A close-up photograph of several lavender flower spikes in various stages of bloom. The flowers are a vibrant purple color, and the background is a soft, out-of-focus green, suggesting a garden setting. The lighting is natural, highlighting the texture of the petals and the structure of the flower spikes.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Instituto Nacional de Ecología
Gobierno del Estado de Michoacán

Alejandro Velázquez, Alejandro Torres
y Gerardo Bocco (compiladores)

Las enseñanzas de San Juan

Investigación participativa
para el manejo
integral de recursos
naturales

LAS ENSEÑANZAS DE SAN JUAN

Primera edición: noviembre de 2003

D.R. © Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT)
Periférico sur 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco,
C.P. 04530. México, D.F.
www.ine.gob.mx.

COORDINACIÓN EDITORIAL, DISEÑO DE INTERIORES
Y TIPOGRAFÍA: Raúl Marcó del Pont Lalli
DISEÑO Y FOTO DE LA PORTADA: Álvaro Figueroa
CORRECCIÓN DE ESTILO: Eduardo Chagoya Medina

333.95097237 Alejandro Velázquez
B633e Las enseñanzas de San Juan. Investigación participativa
para el manejo integral de recursos naturales. Alejandro Velázquez,
Alejandro Torres y Gerardo Bocco. INE-SEMARNAT, México, 2003.

1. Recursos naturales
2. Recursos naturales-manejo y conservación
3. Recursos biológicos-Michoacán
4. Recursos naturales-Flora y fauna-Michoacán
5. Recursos naturales-Impacto social

ISBN: 968-817-602-8

Impreso y hecho en México

LAS ENSEÑANZAS DE SAN JUAN
INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA PARA EL
MANEJO INTEGRAL DE RECURSOS NATURALES

Alejandro Velázquez, Alejandro Torres y Gerardo Bocco
(compiladores)



Índice

PRESENTACIÓN	
<i>Exequiel Ezcurra</i>	• 11
PRÓLOGO	• 13
AGRADECIMIENTOS	• 17
I. LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO Y EL MODELO DE INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA	• 19
1. La investigación participativa y los modelos adaptativos en el manejo de los recursos naturales	
<i>Alejandro Velázquez, Gerardo Bocco y Alejandro Torres</i>	• 21
2. Descripción del territorio comunal	
<i>Alejandro Velázquez, Gerardo Bocco y Alejandro Torres</i>	• 45
3. Antecedentes históricos	
<i>Alejandro Torres, Gerardo Bocco y Alejandro Velázquez</i>	• 51

**II. BASES FÍSICAS Y BIOLÓGICAS PARA EL MANEJO
DE RECURSOS NATURALES • 57**

4. El relieve como modelador y regulador de procesos en el paisaje
Jesús Fuentes y Gerardo Bocco • 59

5. El escenario paleoambiental de la región
Lorenzo Vázquez • 79

6. El agua: dinámica y análisis regional
Jesús Fuentes y Gerardo Bocco • 95

7. Suelos: distribución, características y potencial de uso
*Cristina Siebe, Gerardo Bocco, José Sánchez y
Alejandro Velázquez • 127*

8. La flora: riqueza, diversidad y sus relaciones fitogeográficas
Consuelo Medina • 165

9. La vegetación, sus componentes y un análisis jerárquico
del paisaje
*Alejandra Fregoso, Alejandro Velázquez y
Gonzalo Cortéz • 201*

10. Análisis de cobertura y uso del terreno en el contexto de
su dinámica espacio-temporal
*José Sánchez, Gerardo Bocco, Jesús Fuentes y
Alejandro Velázquez • 235*

11. Las aves: riqueza, diversidad y patrones de distribución espacial
Neyra Sosa • 257

12. Riqueza, diversidad y patrones de distribución
espacial de los mamíferos
Alejandro Torres, Alejandro Velázquez y Jaime Lobato • 277

**III. LA COMUNIDAD Y EL MANEJO TRADICIONAL
DE LOS RECURSOS NATURALES • 301**

13. Los actores sociales, comunidades y ejidos en el marco regional
Claudio Garibay y Gerardo Bocco • 303

14. Los sistemas de uso del suelo tradicionales
Juan Pulido y Gerardo Bocco • 325

15. Bases para la implementación de un programa de
educación ambiental y ecoturismo
Gabriela Ortiz, Alejandro Torres y Lourdes Anguiano • 347

16. Los niños de la comunidad: su conocimiento ambiental
y su percepción sobre «naturaleza»
Laura Barraza y María Paz Ceja-Adame • 371

17. La política comunitaria: visiones de un visionario
Nicolás Aguilar • 399

18. Interacciones entre la investigación científica
y el manejo de ecosistemas
Alicia Castillo • 407

IV. PLAN DE MANEJO INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES • 425

19. El sistema de información geográfica de la comunidad:
capacitación y entrenamiento para el monitoreo • 427
Fernando Rosete y Gerardo Bocco

20. El sistema automatizado de evaluación de tierras
Fernando Rosete, José Sánchez y Gerardo Bocco • 437

21. Contribución al plan de manejo forestal de la comunidad
*Gonzalo Cortéz, Alejandro Velázquez, Alejandro Torres y
Gerardo Bocco • 473*

22. El potencial de captura de carbono en mercados emergentes
Marcela Olgún, Omar Masera y Alejandro Velázquez • **489**

23. El ecoturismo, una alternativa viable para la conservación
Alejandro Torres y Faustino Velázquez • **513**

24. El manejo del venado cola blanca: la experiencia de una
comunidad indígena para el manejo y uso sustentable de
la vida silvestre
*Antalya González, Jaime Lobato, Alejandro Velázquez y
Alejandro Torres* • **531**

25. Las especies silvestres como indicadores del estado de
conservación del bosque: el caso de la gallina de monte
coluda (*Dendrortyx macroura*) y una propuesta para
establecer un aviario con fines de educación ambiental
Gilberto Chávez, Alejandro Velázquez y Gerardo Bocco • **549**

26. Dieta y abundancia relativa del coyote: un dispersor
potencial de semillas
*Octavio Monroy, Margarita Ortega y
Alejandro Velázquez* • **565**

ACERCA DE LOS COLABORADORES • **593**

Presentación

Muchas veces los ambientalistas hemos dicho que la gran esperanza para la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad radica en la iniciativa de los mismos grupos rurales que detentan y manejan los ecosistemas nativos. Cuesta mucho, sin embargo, convertir estos ideales en realidades palpables, en esquemas participativos realmente funcionales. La pobreza rural, las presiones por el uso exhaustivo de los recursos, las demandas de un mercado que no reconoce criterios de sustentabilidad, y la ilegalidad, todos contribuyen a la elevada tasa de desaparición de nuestra cubierta vegetal nativa, posiblemente el problema ambiental más apremiante de México.

Este libro es, sobre todo, una muestra de que el sueño del uso sustentable es un anhelo posible, una utopía viable. Nos presenta las experiencias de un grupo de investigación interdisciplinaria que trabaja en estrecha y fructífera colaboración con la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, en la Meseta Tarasca de Michoacán. A diferencia de otras obras académicas, los principales protagonistas de este trabajo son los pobladores

de la propia comunidad de Nuevo San Juan, quienes impulsaron el trabajo participativo, atrajeron el interés de los investigadores y desarrollaron inicialmente la conciencia y la organización social necesarias para proteger su bosque y buscar una mejor calidad de vida para ellos y sus hijos. Este libro fue posible gracias a ellos.

Hago votos para que este ejemplo cunda entre otros grupos académicos de México y también entre nuestras comunidades rurales. Es un ejercicio necesario de la esperanza.

Exequiel Ezcurra
Instituto Nacional de Ecología

Prólogo

La acelerada pérdida del capital cultural y natural es uno de los resultados más contundentes de la acción humana durante el último siglo. Como consecuencia prevalecen actualmente procesos de envergadura inigualable tales como la desertificación, la deforestación, la fragmentación y su eventual incidencia en el cambio climático global.

Los grandes cambios de uso del suelo han impactado entre tres y cuatro veces más las regiones tropicales que otras zonas del planeta, y el resultado inmediato ha sido la desaparición de una proporción considerable del capital natural y la masiva pérdida de innumerables bienes y servicios derivados de los ecosistemas.

De cara al siglo XXI, muchos autores resaltan la necesidad de abordar nuevos paradigmas de investigación que ayuden a identificar nuevas aproximaciones científicas integradas, enfocadas a responder preguntas relevantes derivadas de demandas locales y realizadas con métodos y técnicas que garanticen la generación de datos adecuados para dar respuestas sensatas y aplicadas.

Este libro ilustra un ejemplo operativo de lo anterior y busca compartir las experiencias de un grupo de investigación interdisciplinaria en el manejo de los recursos naturales y su trabajo en estrecha vinculación con una comunidad indígena de la Meseta Tarasca en Michoacán. El principio básico de la colaboración se basó en una serie de interrogantes manifestadas por la comunidad respecto al manejo de sus recursos naturales y

en torno a la posibilidad de contribuir, desde el ámbito académico, al fortalecimiento del programa de manejo de recursos de esta población bajo el principio de la sustentabilidad.

En este sentido, la primera parte de esta obra nos ubica dentro de la comunidad, tanto geográfica como históricamente (capítulos 1, 2 y 3) y establece el marco conceptual sobre la investigación participativa y el uso sustentable de los recursos naturales. La segunda parte, describe las características físicas de la región de acuerdo con su perspectiva histórica y geológica (paleo-ecología), el relieve, el suelo y el agua (capítulos 4, 5 y 6). Con base en el relieve y el suelo se establecieron unidades de terreno, cuyos componentes se definieron utilizando técnicas de interpretación del terreno mediante percepción remota (especialmente interpretación de fotografías aéreas e imágenes de satélite), cartografía digital y muestreo estratificado. El que dichas unidades fueran consideradas entidades naturales integrales cartografiables permitió, en lo sucesivo, vincular sistemáticamente datos que describen la variabilidad de la cobertura vegetal con datos puntuales como la abundancia y diversidad de especies animales y vegetales. A través del uso de las unidades de terreno como un modelo descriptivo y operativo, se definieron unidades espaciales discretas donde se inventariaron los recursos naturales bióticos como la vegetación y la fauna (capítulos 7-12). Para efectuar el manejo de los recursos naturales, fue necesario tener en contexto al factor humano.

La tercera parte incluye parte de la historia de la comunidad, su estructura, su organización y las formas actuales y tradicionales del uso y conservación de sus recursos (capítulos 13-18). Teniendo en cuenta las características físicas, biológicas y sociales, se contemplaron distintas modalidades de aprovechamiento de los recursos, todas ellas basada en la aptitud del terreno y en el principio de la diversificación productiva.

La cuarta sección incluye la definición de la aptitud del terreno en unidades de manejo básicas, las cuales fueron consideradas uno de los ejes fundamentales del plan integral de manejo y fueron la referencia para la toma de decisiones comunitarias (capítulos 19 y 20). Actualmente, el manejo de los recursos naturales de la comunidad incorpora tecnología que le permite optimizar y planear sus actividades, pero para llegar a esta situación fue importante el esfuerzo y la visión de un grupo de encargados de la comunidad de la necesidad de capacitarse, así como de valorar el potencial y las limitaciones que en el largo plazo implica el uso de la tecnología (capítulo 19).

Entre las modalidades de aprovechamiento se consideró la explotación de recursos maderables y no maderables, la captura de carbono y otras alternativas de uso de la flora y fauna así como el ecoturismo (capítulos 21-23). A partir de los inventarios y los estudios de paisaje, se elaboró de un programa de desarrollo turístico que forma parte de un programa más general de manejo de recursos, el cual permite realizar esta actividad con el menor impacto para la biodiversidad del área.

Estrechamente ligado a los trabajos de diversidad biológica se conformó un grupo de comunicadores y educadores ambientales que pretendió, por un lado, difundir los resultados del trabajo de investigación a un sector mayor de la comunidad y, por el otro, realizar trabajos específicos con algunos sectores de la propia comunidad que pudieran reproducir los esfuerzos de capacitación a futuras generaciones (capítulos 24-26).

Los resultados alcanzados muestran las bondades del trabajo participativo en donde se mezclan intereses provenientes del sector académico en la generación de conocimiento científico, unido con el conocimiento tradicional para la generación de proyectos productivos alternativos que concilien el uso de los recursos y su conservación y que puedan implementarse en comunidades rurales de otros países con características similares a las de México.

Si bien el gremio académico aún no incorpora claramente la relevancia de este tipo de investigación en su quehacer social, el conseguir resultados concretos y verificar enfoques frente a la realidad y no solamente contra el juicio dentro de un gremio, parece ser una perspectiva atractiva para grupos de universitarios interesados en frenar el deterioro de los recursos naturales.

La Comunidad de Nuevo San Juan, con el apoyo académico descrito en este libro, pero fundamentalmente gracias a su robusta organización social y productiva, consiguió formular el plan de manejo forestal de manera automatizado para el ministerio del ambiente. Esto, a partir de su sola capacidad técnica, de su fortaleza en su capacidad instalada en cuanto a los sistemas de información geográfica (SIG) y de cartografía digital, así como del uso de análisis estadísticos para sus estudios dasonómicos. Por todo esto, el plan de manejo presentado por la Comunidad, además de haber servido para cumplir con un requisito administrativo, les valió para hacerse acreedores a la Certificación Verde, distinción otorgada en 1997 por el Consejo Forestal Mundial (*Forest Stewardship Council*). Cabe mencionar que en México, sólo una decena de empresas sociales forestales comunitarias han recibido esta distinción, la

cual supone un manejo ecológicamente eficiente del bosque, económicamente rentable y socialmente justo, esto en el marco del respeto a las tradiciones y relaciones locales.

La búsqueda de nuevos paradigmas de investigación que aporten el conocimiento necesario para ayudar a comprender mejor la dinámica de los paisajes y, por ende, su conservación merece ser re-evaluada con base en la visión que prevaleció hace algunas décadas. Una aproximación holística que permita entender una problemática compleja a partir del estudio de los territorios merece ser revisada, mejorada y adaptada para confrontar la crisis ambiental actual. La generación de datos derivados de procesos de esta investigación fueron la base para incrementar la credibilidad por parte de los pobladores locales y en consecuencia las posibilidades de éxito para establecer un manejo integrado de los recursos derivados del bosque.



Varios autores han descrito experiencias de muchas comunidades indígenas exitosas. Este libro, además de detallar los logros de la propia comunidad, describe de manera puntual el procedimiento de investigación, la vinculación y la ejecución de los proyectos resultantes y su implementación en acciones productivas incorporándolas a los mercados existentes. La propuesta original incluyó la apropiación de los proyectos por parte de la comunidad para ser incorporados a su sistema productivo con un enfoque integral y sustentable. Hoy la propia comunidad maneja y ejecuta la mayor parte de los productos derivados del proyecto.

Por último, deseamos mencionar que este libro destaca la importancia de la vinculación del sector académico para la resolución de problemas relacionados con el sector rural que tengan como fin último el generar un modelo de apropiación del territorio rural económicamente viable, socialmente justo y ambientalmente sustentable; en donde el actor local resulta ser el desencadenador de su propio modelo de desarrollo.

Agradecimientos

La investigación que se describe en este documento fue financiada por la UNAM (DGAPA, proyecto Biodiversidad en Comunidades Indígenas IN10-11-96), USFWS (Programa Vida Silvestre Sin Fronteras, 1997) y la Comunidad de Nuevo San Juan Parangaricutiro. Agradecemos el apoyo incondicional de Nicolás Aguilar, María de Lourdes Anguiano y Luis Toral.

También deseamos reconocer el trabajo de los dos revisores generales de esta obra así como a los diferentes miembros de los comités tutorales y jurados de 14 tesis de grado y posgrado incluidas en los diversos capítulos de este libro.



I. La comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro y el modelo de investigación participativa



UNO

La investigación participativa y los modelos adaptativos en el manejo de los recursos naturales

*Alejandro Velázquez, Gerardo Bocco
y Alejandro Torres*

INTRODUCCIÓN

Si consideramos la tasa actual de deterioro ambiental resulta irrefutable aceptar que la mayor parte de los recursos naturales se reducirán drásticamente durante las primeras décadas del siglo XXI (Myers 1993). Para hacer frente a esto el concepto de las áreas naturales protegidas como una estrategia de conservación en un país como México no es suficiente, e incluso puede ser inoperante como estrategia de conservación (Hansen *et al.* 1991). Como respuesta a esta situación, los países del Norte hicieron una declaración de alerta el Informe Brundtland (WCED 1987). A partir de ese momento, se ha favorecido la labor conjunta del quehacer científico en apoyo a los manejadores de recursos (tanto los usuarios como quienes definen las políticas de uso), en aras de buscar rápidas y eficientes alternativas al uso sostenible de los recursos naturales (Yunlong y Smit 1994).

La crisis ambiental mundial ha preocupado a distintos sectores de la sociedad que promueven se haga un uso razonado de los recursos naturales para asegurar su disponibilidad a largo plazo y para que no se continúe alterando el funcionamiento de los ecosistemas y la diversidad biológica que ahí se encuentra. En respuesta a esto, parte de la comunidad académica y los tomadores de decisiones, tanto del sector gubernamental como de la sociedad civil, han incorporado a sus tareas el concepto de

desarrollo sustentable. Sin embargo, al pretender poner en práctica la sustentabilidad en el manejo de los ecosistemas, los tomadores de decisiones se enfrentan al problema de la falta de información proveniente de la investigación ecológica aplicada al uso de los recursos. Esta situación pone en evidencia un vacío importante de información para la toma de decisiones y muestra la necesidad de vincular estrechamente el quehacer científico con el uso y manejo de los recursos (productivos, políticos y sociales).

Spellerberg (1996) señala que para los países del Norte el uso sostenible de los recursos naturales representa un aspecto no prioritario de sus sociedades, mientras que es un asunto primordial para los países del Sur. Esto se sustenta en que los países del Norte basan su economía en el desarrollo tecnológico, en contraste con los del Sur, para los cuales el óptimo manejo de sus recursos naturales lleva implícito su propia subsistencia (Velázquez y Romero 1999).

En este contexto, la ecología y la economía han aportado conocimientos básicos sobre el manejo sostenible de los recursos naturales (Schaller 1993, Ikerd 1993, Faeth 1993). La velocidad de producción del conocimiento científico, no obstante, ha sido ampliamente rebasada por el creciente deterioro ambiental (Ludwig *et al.* 1993, Hilborn y Ludwig 1993). Ante esto la investigación ha intentado construir vías más cortas y puentes que vinculen el trabajo científico y la toma de decisiones (Levin 1993).

Lo anterior cobra mayor importancia en países de gran riqueza biológica, como el nuestro, que alberga alrededor del 10% de la biodiversidad mundial (Toledo 1988). Para México deben destacarse tres hechos: primero, tan sólo el 6.6% del territorio terrestre nacional se encuentra dentro de alguna categoría de protección (CONANP 2001); segundo, el 15% incluye ecosistemas templados, relativamente menos diversos que los tropicales, y tercero, gran parte de la riqueza natural del país está manejada por campesinos e indígenas: el 75% de las áreas forestales se encuentran en manos de ejidos y comunidades indígenas (Thoms y Betters 1998). Así, estos dos grupos pueden representar los enemigos o aliados de la protección biológica y son fundamentales para preservar los agroecosistemas tradicionales y la diversidad genética *in situ* (Carabias *et al.* 1994).

La experiencia que se describe en este trabajo se ubica en el contexto de la investigación participativa y análisis integral del paisaje como vías alternas para generar modelos de uso sostenible de los recursos naturales

en comunidades indígenas. En especial se intenta documentar la importancia de un enfoque espacialmente explícito para desarrollar, implementar, verificar y monitorear usos diversificados y sostenibles de los recursos naturales.

LOS ACTORES INVOLUCRADOS: LA COMUNIDAD Y LA ACADEMIA

En este trabajo se describe la experiencia de un grupo de investigación coordinado por académicos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) que se vincularon con la comunidad indígena purépecha de Nuevo San Juan Parangaricutiro, en Michoacán, México. Esta población destaca, entre otros aspectos, por su sólida organización social para el manejo de los recursos y la toma de decisiones (figura 1). El propósito de la interacción académica fue apoyar a la comunidad en la evaluación de sus recursos naturales y en la planeación de su manejo y conservación. Esta tarea se desarrolló bajo la perspectiva de la investigación participativa o manejo participativo, que permite un estrecho intercambio de experiencias y enseñanzas para ambas partes. El aspecto central de esta colaboración CINSJP-UNAM fue la elaboración de un plan de manejo y conservación de los bosques, lo cual implicó documentar acerca de distintos factores que son claves para dicho propósito.

La organización social y la capacidad de gestión y negociación externa de la comunidad permitió mantener una buena relación durante la ejecución de las tareas académicas. La relación se coordinó en tres niveles bien definidos: 1) a nivel de la dirección técnica de la empresa de la comunidad, donde se analizaron los temas y objetivos básicos de trabajo mediante una relación de trabajo semanal; 2) a nivel del consejo técnico de la empresa, donde se evaluaba semestralmente y de manera crítica la marcha de los proyectos, y 3) a nivel de la asamblea comunal, donde se informó de manera anual sobre los avances y donde se recibió el visto bueno y/o recomendaciones para las tareas de investigación. Aunado a esto, para el trabajo cotidiano se nombraron responsables por cada subproyecto, tanto de la comunidad como del grupo académico, lo que aseguró la coordinación entre las dos instancias y la continuidad del proyecto a largo plazo (figura 2).

Desde la perspectiva académica, el equipo de trabajo se propuso tres metas principales. En primer lugar, destaca la búsqueda de financiamiento basada en la formulación de propuestas de investigación aplicada en dis-

tintas áreas de especialidad. También se trató de formar cuadros profesionales y se dio capacitación a distintos niveles técnicos. Finalmente, y desde que inició el trabajo académico en la comunidad, se han tratado de divulgar los resultados de la experiencia de co-participación a través de conferencias, cursos, talleres, elaboración de informes técnicos, tesis y artículos publicables en revistas arbitradas de circulación nacional e internacional, siendo el presente libro parte de este propósito. Las distintas metas buscaron en todo momento hacer compatibles los intereses de ambos grupos, pero principalmente trataron de contribuir en la elaboración del plan de manejo para hacer sustentables las prácticas de aprovechamiento forestal que la comunidad venía realizando de manera formal desde 1977 (cuadro 1).

EL MODELO CONCEPTUAL

El modelo propuesto a la CINSJP por los compiladores se inspira en el marco de la escuela europea de ecología del paisaje. Este modelo de aproximación permite evaluar las posibilidades de conciliar el uso y la conservación de los recursos naturales a través de analizar integralmente la demanda social y la oferta ambiental de cada entidad geográfica diferente (Naveh y Liberman 1993). Dado que la demanda social por parte de la CINSJP requería productos inmediatos y un modelo sostenible a largo plazo, el enfoque mencionado se complementó con el concepto de manejo adaptativo. Este permite retroalimentar continuamente acciones de uso-monitoreo-calibración-uso (Mangel *et al.* 1997). Finalmente se incluyó la dinámica de trabajo conjunta a través del concepto de investigación participativa, con la finalidad de asegurar que los productos generados fueran adaptados y aplicados a largo plazo por el personal de la CINSJP, independientemente de los investigadores (Ludwig *et al.* 1993, Hilborn y Ludwig 1993).

Para desarrollar el enfoque descrito se consideró conveniente generar una base de datos espacialmente explícita que permitiera incorporar la dimensión geográfica al análisis. Asimismo, la CINSJP podría implementar sistemas automatizados de observación, análisis y evaluación de sus recursos periódicamente. Para esto se elaboró un sistema de información geográfica (SIG) que operara desde las oficinas de toma de decisiones de la dirección técnica de la misma CINSJP.

El instrumento que sirvió como marco operativo del trabajo CINSJP-UNAM fue el Programa de manejo forestal que cada diez años se elabora

FIGURA 1. ORGANIGRAMA DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

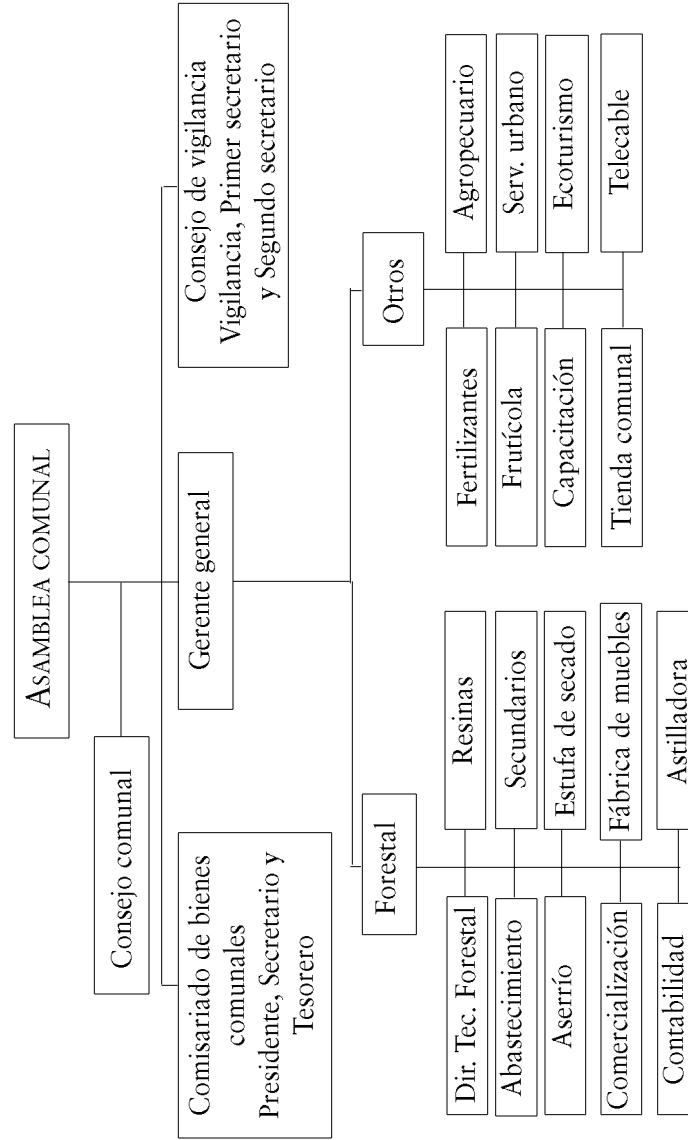
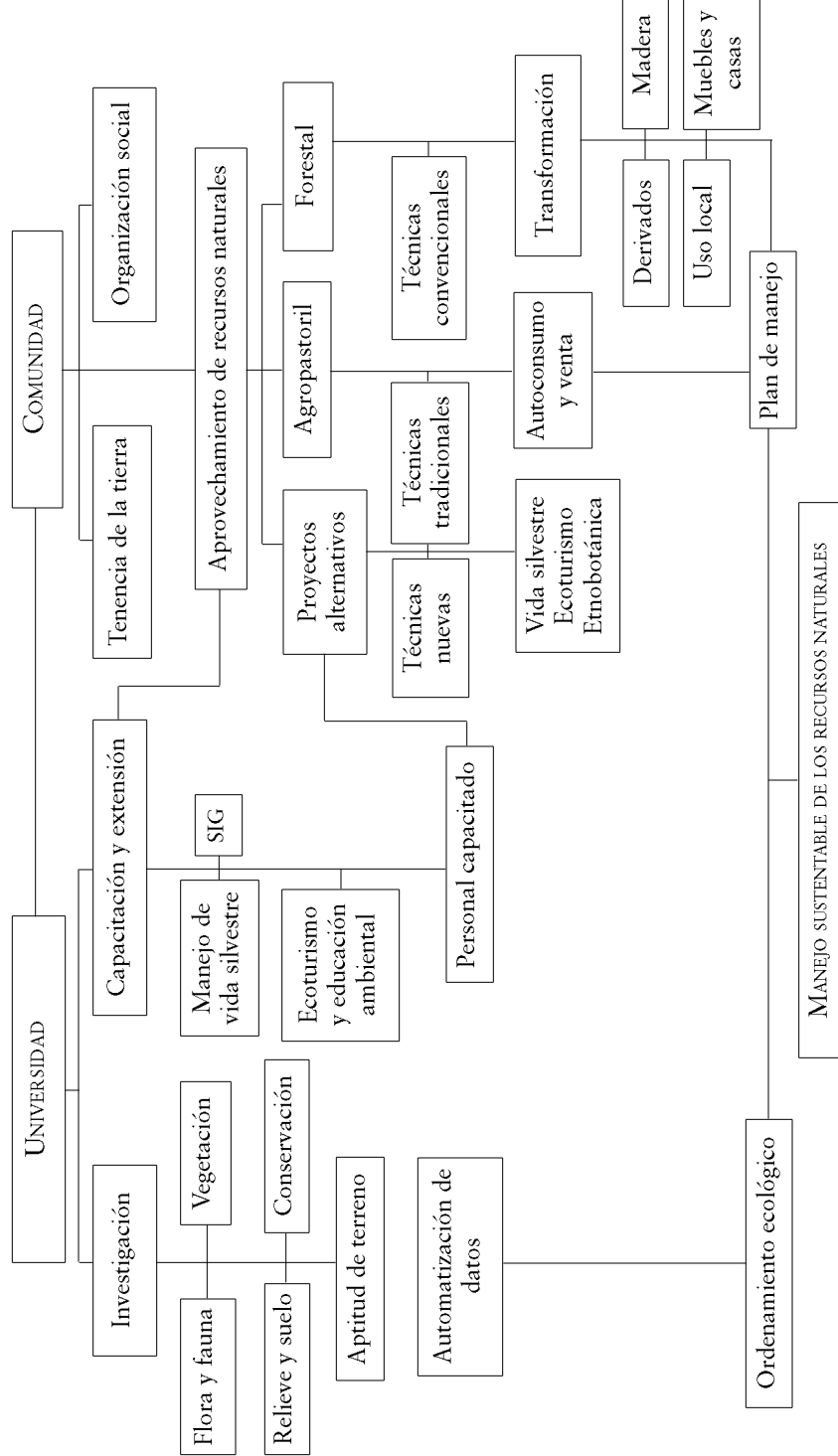


FIGURA 2. ESQUEMA DE PARTICIPACIÓN ENTRE LA INSTITUCIÓN ACADÉMICA Y LA COMUNIDAD



para ordenar, programar y dirigir el aprovechamiento del bosque y solicitar a la autoridad competente la autorización del aprovechamiento forestal de sus recursos. En este programa de manejo deberían quedar reflejadas todas las propuestas de manejo alternativo del bosque y una base de información capturada en formato digital (espacial y tabular). Para generar una base de datos que apoye la toma de decisiones del uso y manejo de los recursos naturales se consideró relevante que la UNAM tuviera comunicación directa con los tres grupos de tomadores de decisiones comunales: el consejo (formado por comuneros con prestigio), el gerente de la empresa comunal (designado por consenso) y la dirección técnica (grupo encargado de los usos convencionales y alternos del bosque). Los primeros fueron responsables de transmitir a la asamblea general comunal las ideas y resultados obtenidos, en tanto que el gerente general y la dirección técnica fueron los encargados de aplicar las recomendaciones generadas por el grupo de trabajo CINSJP-UNAM. En última instancia, la asamblea general decidía si se aceptaba o se rechazaba cada propuesta.

CUADRO 1. PROPÓSITOS DE LA INTERACCIÓN ENTRE LA COMUNIDAD DE SAN JUAN NUEVO PARANGARICUTIRO Y UN GRUPO DE ACADÉMICOS DE LA UNAM

COMUNIDAD	GRUPO ACADÉMICO
- Aprovechamiento de sus bosques	- Realizar investigación aplicada
- Programa de manejo	- Buscar financiamiento
- Bienestar económico	- Contribuir a la formación de profesionales y especialistas
- Conservación de sus recursos	- Divulgación de los logros
- Aumentar el número de empleos	- Entender los procesos de apropiación de recursos

EVALUACIÓN BIOTICA-ABIOTICA

Los estudios iniciaron con las tareas de regionalización de la comunidad en unidades naturales relativamente generales. Para este proceso se realizó la clasificación espectral de una imagen de satélite (Landsat TM de abril de 1993). Las principales clases espectrales obtenidas fueron utilizadas como base para realizar la estrategia de muestreo (número, localización e intensidad de unidades de muestreo) con el objetivo de definir las unidades de paisaje. La regionalización espectral general se complementó con la interpretación de fotografías aéreas de mayor resolución (pancromáticas, escala 1:25,000 y 1:50,000) permitiendo la definición de las unidades geomorfológicas (UG) y clases de cobertura de vegetación preliminares (Bocco *et al.* 1998). Estas UG incluyen componentes estables de terreno tales como roca, relieve, suelo y patrón hídrico. Adicionalmente, las UG permiten una regionalización discreta del territorio sobre las cuales se evalúan los elementos complementarios del paisaje (Bocco *op. cit.*).

El primer elemento estudiado dentro de las unidades geomorfológicas fue el suelo. Para esto se recurrió a una evaluación ecológica de 28 perfiles y 150 barrenas (Siebe *et al.* 1996). La evaluación ecológica de cada perfil permitió generar una base de datos sobre características físicas del suelo, índices de erodabilidad y uso potencial alternativo.

A partir de esta regionalización preliminar se identificaron ocho unidades permanentes de evaluación y monitoreo de la diversidad biológica; que incluyeron a las aves, los mamíferos terrestres y las plantas vasculares. Estos tres grupos en su conjunto incluyen un buen número de especies de alto potencial de uso alternativo (Velázquez y Romero 1999). Las unidades respondían a fragmentos con cobertura vegetal distinta y de diferentes tamaños.

El estudio de las plantas vasculares incluyó tres aspectos: el inventario florístico completo, la definición de un sistema de clasificación y caracterización jerárquicas de las comunidades vegetales y la verificación de las coberturas vegetales asociadas a cada unidad espectral (Velázquez 1993). En total se obtuvieron tres años continuos de colectas botánicas en toda la comunidad con la finalidad de cubrir el primer aspecto (Medina y Guevara 1998). Paralelamente se hicieron 135 levantamientos de vegetación para cubrir el segundo y tercer aspectos. En cada levantamiento se realizó un listado completo de las especies incluidas en cuadrángulos de 650 m². Para cada especie y cada estrato se estimó la cobertura dentro

del levantamiento. La selección del sitio de levantamiento y número de éstos para caracterizar a cada comunidad vegetal se estableció con base en la heterogeneidad de cada unidad geomorfológica. Los sitios de levantamiento y su información fueron vertidos en una base de datos que incluía la localización y el tipo de unidad que se estaba caracterizando.

Los inventarios de aves se realizaron a lo largo de transectos que incluyeran la mayor diversidad de los tipos de vegetación. En cada transecto se establecieron puntos de conteo de acuerdo con el método propuesto por Hutto *et al.* (1986). En cada punto se contaron todos los individuos de cada especie de ave avistada o detectado por su vocalización. En esto participó personal de la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo (Sosa 1996). Esta labor se realizó en cuatro periodos de diez días cada uno a lo largo de un año. En total se cuantificaron 250 puntos. Toda la información se vació en una base de datos dando especial importancia a la especie y al punto de registro de cada individuo.

La estrategia para realizar los inventarios de mamíferos siguió métodos distintos a los de las aves. Para éstos, se establecieron ocho sitios de muestreo en los lugares representativos de mayor homogeneidad de cada una de las principales unidades geomorfológicas previamente definidas. En cada parcela se marcó un cuadrángulo de una hectárea y se colocaron trampas para pequeños y medianos mamíferos. Estos sitios de muestreo permanente se establecieron por tres noches consecutivas con luna nueva. Para inventariar los mamíferos de talla mayor se usaron métodos indirectos: se realizaron transectos a lo largo de las diversas comunidades vegetales en donde se cuantificó la presencia o ausencia, abundancia de huellas, rascaderos, carcasas u otros restos de mamíferos encontrados. También se recurrió a la salida conjunta con cazadores locales quienes aportaron información relevante sobre diversidad y aspectos ecológicos descriptivos de este grupo de vertebrados. Toda la información se vació en una base de datos dando especial importancia a la especie y al lugar de registro de cada individuo.

EVALUACIÓN FORESTAL

Paralelamente se utilizaron las fotografías aéreas de escala 1:25,000 para identificar preliminarmente unidades forestales homogéneas (rodales). Las características de tono, color y patrón permitieron ubicar rodales y subrodales homogéneos. Estas características espectrales reflejan la fiso-

nomía y estructura de las masas forestales en general. En ocasiones, es posible distinguir otros atributos como el tipo de hoja (micrófilas, macrófilas, aciculares contra hojosas) lo que permite agregar características a cada rodal. Con base en esta rodalización se diseñó una estrategia de muestreo que consistió en la cuantificación de 30 variables en sitios (o unidades de muestreo forestal) en todo el territorio. Los sitios se seleccionaron al azar asegurando que todos los rodales y subrodales estuvieran representados. Cada sitio cubría una superficie de 1,000 m². En total se cubrieron 4,000 sitios y las variables medidas fueron de tres tipos: forestales (e.g. especies dominantes, diámetros y alturas), del medio físico (e.g. unidad geomorfológica, largo y pendiente de laderas, suelos) y observaciones generales (cercanía a caminos, perturbación, entre otras). Los datos de campo se incluyeron en una base de datos que permitió identificar 136 rodales que incluyen 1,270 subrodales forestales. La información se sometió a un análisis estadístico que permitió calcular la cantidad de madera disponible en pie por unidad forestal (rodal y subrodal). A partir de esto se evaluó cada unidad en cuanto a la calidad de madera disponible. Esta información se vació en una base de datos tabular que está ligada a la base de datos espacial de las unidades forestales, lo que sirvió para generar una representación espacial de la información obtenida en los sitios de muestreo forestal. A partir de esto se realizaron agrupaciones de los rodales con características afines (cantidad y calidad de madera en pie disponible) y su respectiva representación espacial. De aquí se derivó el plan de corta de cada una de las diez anualidades deseadas.

INTEGRACIÓN DE BASES DE DATOS

Cada uno de los estudios generó una base de datos y localización espacial en formato digital. Para su integración se recurrió a utilizar la unidad de paisaje como el eje rector de lo que se trasformaría en unidades de manejo de uso múltiple. Bajo este esquema se utilizó un sistema de información geográfica, (ILWIS), versátil y con requerimientos de configuración, mantenimiento y operación de bajo costo. El primer paso fue digitalizar los límites de las unidades geomorfológicas y se capturó cada uno de los puntos de verificación, los perfiles de suelos, las barrenas, los levantamientos de vegetación, los transectos y puntos de conteos de aves y las parcelas de estudio de mamíferos. Adicionalmente se capturaron en formato digital los rodales y subrodales con sus respectivos sitios de toma

de datos. Esta base de datos fue evaluada por temas independientes en un primer nivel de análisis. El segundo nivel consistió en evaluar la representatividad de los esfuerzos de inventarios abióticos (geomorfología y suelos) y bióticos (vegetación, aves, mamíferos y recurso forestal). El tercer nivel permitió relacionar las bases de datos con unidades integrales de paisaje. Para esto se recurrió al concepto de caracterización de unidades homogéneas con base en los atributos medidos de cada unidad. Posteriormente se realizó trabajo de campo complementario para cubrir de manera proporcional todas las unidades de paisaje en relación con los atributos del medio biótico y abiótico.

El cuarto nivel de análisis permitió identificar una estrategia de uso potencial de cada unidad paisajística en el contexto de un sistema de evaluación de tierras (Rossiter 1990). En este nivel se contrastan las demandas y las ofertas (relación costo-beneficio) para pasar al siguiente nivel de análisis de generación de escenarios de usos diversificados.

LA INVESTIGACIÓN PARTICIPATIVA

Dos supuestos fueron ampliamente discutidos y conformaron la base para asegurar la transferencia y la apropiación de la información generada por parte de la comunidad durante el desarrollo del proyecto. El primero parte del supuesto que los objetivos del proyecto a desarrollar responden a problemas o inquietudes de la propia comunidad. De esta forma cada actividad resulta ser apoyada y comprendida por los diversos sectores sociales involucrados. El segundo supuesto considera a los comuneros como los únicos manejadores de los recursos a mediano y largo plazos, por lo que se debía asegurar su capacitación en todas las actividades. Esto último permitiría una mínima dependencia de los comuneros con el grupo académico y una máxima capacidad de réplica de las actividades de monitoreo y evaluación, con esta visión se realizaron todas las actividades que se describen a continuación.

Cada uno de los temas, tanto del medio abiótico como biótico, así como las tareas de integración y análisis, se planearon y realizaron en conjunto con comuneros de la CINSJP. Esta labor de conjunto respondía a tres objetivos básicos. El primero consistió en asegurarse que las ideas, intereses y conocimientos no formales de los comuneros quedaran incluidas en las bases de datos. El segundo fue formar cuadros de comuneros calificados que dieran seguimiento a las tareas emprendidas. El tercer objetivo consistió en ganarse la confianza de los comuneros con la fina-

lidad de poder transmitir las ideas a las plataformas de toma de decisiones de la CINSJP. Las labores incluyeron un total de 14 comuneros en los diversos temas que se desarrollaron. Adicionalmente un total de 40 paraforestales colaboraron por un periodo de cuatro meses en la evaluación forestal.

Paralelamente a las labores de coinvestigación se realizaron tres talleres formalmente no productivos con los sectores de la CINSJP. El primer taller sirvió para recapitular las experiencias de los ancianos, se exploraron las perspectivas que este grupo vislumbra en la CINSJP y sus orígenes. El segundo se realizó con un grupo de mujeres de la misma comunidad y se discutió la diversidad de actividades alternas que se llevan a cabo o que se pueden realizar dentro del marco de la organización comunal. El último grupo objetivo estuvo conformado por niños del municipio de Nuevo San Juan. En este taller se buscó despertar el interés de participar en las actividades de conservación, mantenimiento y restauración del bosque.

Cada taller incluyó de dos a tres días de trabajo, la elaboración de material didáctico que pasó a ser parte de la misma comunidad y múltiples entrevistas y filmaciones. Todo el material permitió, una vez editado, discutir nuevas intenciones de comuneros no activos dentro de la organización comunal productiva, y comuneros con cargos de jefaturas y toma de decisiones. A partir de esto surgieron nuevas ideas de pequeñas empresas que incluyeran a todos los sectores de la comunidad. Un ejemplo de esto son las tortillerías, que resultaron ser muy exitosas.

Además de los talleres se realizaron cursos técnicos en temas como interpretación de fotografías aéreas, formas del relieve, evaluación ecológica de suelos y su aptitud para manejo, sistemas de información geográfica, evaluación automatizada forestal, educación ambiental, análisis de biodiversidad, proyectos productivos (criaderos de fauna silvestre) y ecoturismo. Los cursos fueron intensivos con una duración de tres a seis días de tiempo completo y con la participación de uno a cuatro docentes simultáneamente. Cada curso incluía una parte teórica y una parte práctica dentro de los terrenos de la CINSJP.

Entre los compromisos establecidos entre la CINSJP-UNAM se contemplaron informes semestrales al Consejo Consultivo y un informe anual a la Asamblea General. Adicionalmente, en cada periodo de trabajo, curso o taller se consultaba con el gerente de la empresa y los encargados de las direcciones agropecuaria y forestal para conciliar tiempos, espacios, participantes y otros detalles operativos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

México, además de ser considerado un país megadiverso, se caracteriza por su alta tasa de deterioro ambiental y deforestación (Masera *et al.* 1992). Por lo tanto, resulta imprescindible formular marcos conceptuales adecuados para analizar la relación entre la oferta ambiental (biótica y abiótica) y la demanda social en entornos geográficos definidos (Ludwig *et al.* 1993). El proceso se denomina genéricamente ordenamiento del territorio u ordenamiento ecológico del territorio, que debe ir precedido por una serie de pasos metodológicos para que el ejercicio final de organización oferta-demanda espacial sea efectivo (Faeth 1993). Estos pasos suelen recibir atención técnica y no científica, lo que explica que muchas experiencias de uso de recursos naturales planificados no arrojen los resultados esperados (Bocco 1991). Un elemento fundamental es por un lado, la definición de unidades espaciales homogéneas de relieve y suelos, complementadas por las de vegetación y fauna por el otro. En ellas se debe apoyar el proceso de evaluación de tierras y caracterizar así la oferta del ambiente en forma estructurada, jerárquica y referenciada geográficamente (Fresco *et al.* 1992). El enfoque de ecología del paisaje permite aproximarse en forma multidisciplinaria a este tipo de investigación orientada a resolver problemas (Hilborn y Ludwig 1993, Huggett 1995). De esta forma, la unidad geoecológica agrega ordenadamente una serie de atributos del medio físico y del medio biótico, en primera instancia. Esta unidad, además se convierte en la unidad de manejo por lo que el contexto social queda incluido dando así un resultado integrador. Unidades definidas con otros criterios (*e.g.* límites políticos municipales, celdas resultantes de proyecciones geográficas) no responden a esta integración y homogeneidad por lo que difícilmente se llegan a convertir en la unidad de manejo (Velázquez y Romero 1999).

En la experiencia aquí descrita se usaron las siete unidades geomorfológicas que sirvieron de marco de regionalización geográfica. Las cuales incluyen suelos con características semejantes al interior de la unidad y diferentes a las vecinas; es decir, los procesos edafocológicos en cada unidad varían y por ende el manejo de cada unidad debe ser diferente.

La vegetación respondió a este tipo de variación espacial. En total se describieron nueve comunidades vegetales, tanto en procesos de colonización como en regeneración secundaria. No existe ninguna comunidad que pueda considerarse pristina, ya que toda la región ha sido sujeta a un uso forestal, agrícola o ganadero. No obstante, aún se conserva un alto

porcentaje de la fitodiversidad original que se puede estimar por comparación con otras áreas de historias similares (Velázquez 1993). De los inventarios florísticos se detectaron algunas especies de alto potencial de uso. Entre éstas destaca, por ejemplo, el té nurite (*Satureja macrosterma*), especie que hoy día y después de diversos estudios poblacionales y de calidad de componentes químicos cuenta con potencial para comercializarse extensivamente. La incorporación de este té en el mercado traerá beneficios económicos directos a la CINSJP; ha generado al menos dos fuentes de empleo permanentes y lleva consigo la conservación del bosque de oyamel por ser el hábitat de desarrollo óptimo de esta especie.

Cabe mencionar que de cada inventario tanto de plantas vasculares como de vertebrados se identificaron a las especies de alto potencial de uso y aquellas prioritarias para planes de conservación (denominadas diagnósticas en este trabajo). Entre las plantas vasculares se cuenta con un listado de 56 plantas diagnósticas que se incorporarán en las actividades productivas una vez explorado su potencial de uso (Fregoso 1999).

El manejo forestal de la comunidad se describe en detalle en el capítulo correspondiente. En esencia, se continúa aprovechando un total de 100 mil m³ anualmente pero bajo un esquema planificado que no se interponga a las diversas actividades de uso y conservación ahora establecidas. Además, se cuenta con un sistema automatizado y espacialmente explícito de selección de subrodales, volúmenes, método de corta y hasta una estrategia de transporte que se define a partir de la base de datos y el sistema de información geográfica que operan en la dirección técnica de la comunidad. La ejecución del sistema está a cargo del propio personal de la comunidad y sólo se presta asistencia técnica en aspectos puntuales solicitados por la misma. Dentro del contexto nuevo de uso forestal de la comunidad ya no existen subrodales ociosos (término antes usado por los comuneros) ya que la «conservación» se ha convertido en una modalidad de uso. La actividad forestal, no obstante, sigue siendo la principal fuente de ingresos económicos y de ella depende el futuro de la organización comunal.

Los resultados de los inventarios de vertebrados (aves y mamíferos) fueron menos alentadores. Para las aves se observó que una buena parte de las especies residentes esperadas no se encontraron o se distribuyen en muy bajas densidades. En especial, se notó la parcial ausencia de un grupo de aves que normalmente se detectan en los estratos por abajo del dosel arbóreo (Sosa 1996), situación que se explica por el continuo manejo forestal que incluye la corta de ramas y el chaponeo (corta de arbus-tos) para favorecer el rendimiento de los árboles.

La comunidad de mamíferos también se encuentra por debajo de los resultados esperados. A pesar del significativo esfuerzo de captura realizado, se halló un empobrecimiento general de especies. Las presentes, además, se encuentran en bajas densidades y con ciclos reproductivos alterados. Esta circunstancia también obedece a dos situaciones (Torres 2002). La primera es el proceso de refaunación que debe haberse realizado después de la erupción del volcán Parícutín. Esta parece ser mucho más lenta para este grupo ya que muchas especies antes registradas en la zona (*e.g.* puma, conejo de monte) no se detectaron. Otra razón es el continuo manejo forestal que indudablemente afecta la estructura, composición y dinámica de las comunidades de vertebrados en general.

Las aves y los mamíferos, sin embargo, representan una nueva fuente de insumos para la comunidad. En total se reconocieron 26 y 12 especies diagnósticas de aves y mamíferos, respectivamente. A partir de éstas se están desarrollando diversas actividades productivas como senderos de interpretación para ecoturismo y programas de reproducción de especies. Además, los estudios conjuntos (CINSJP-UNAM) permitieron destacar la importancia del balance ecológico y el papel de algunas especies de vertebrados en la regeneración del bosque. Las funciones de las aves como dispersoras de semillas y controladores de plagas (*e.g.* del gusano descortezador y de poblaciones de ardillas) ahora ya son comprendidas por los comuneros. Los mamíferos, por su parte, también contribuyen positiva o negativamente al buen desarrollo del bosque y la perturbación de los mismos trae como consecuencia situaciones no deseadas. Dos son los casos más obvios: el coyote (*Canis latrans*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*). El primero parece haberse convertido en una especie nociva que consume gallinas, borregos, aguacates, duraznos y maíz (entre otros productos). Estudios detallados sobre esta especie nos han permitido replantear su manejo para hacerlo parte de las actividades de uso y conservación de la misma comunidad (Monroy 1999). Situaciones semejantes se piensan desarrollar para la ardilla (*Sciurus aurogaster*) y la tuza (*Zygogeomys merriami*), ambas también consideradas nocivas por los comuneros. La primera ha incrementado sus densidades de población lo que parece coincidir con los momentos de generación de semillas. Como las semillas también son un recurso para los comuneros se observa un conflicto de intereses. La tuza, por su parte parece consumir importantes cantidades de plántulas de maíz. Esta especie, aparte de su existencia, es prácticamente desconocida para la ciencia y su alta endemidad hace muy relevante un estudio de su situación actual.

El venado cola blanca, en contraste con el coyote, es una especie de interés para los comuneros. Las poblaciones de esta especie han ido en decremento constante por la cacería furtiva y la constante transformación de los hábitat naturales. Bajo este esquema se seleccionó al venado cola blanca como una especie bandera para dar inicio a una serie de proyectos de aprovechamiento alternativo, conservación de hábitat y re-faunación. Durante el primer año se dio inicio a la construcción de tres encierros de aproximadamente una hectárea y media cada uno (Reyna 1997). Además se contempló la construcción de un corral de cuarentena y uno de manejo de dimensiones mucho más reducidas. Simultáneamente se dio inicio a un criadero en condiciones de semi-cautiverio con hato de cinco individuos (tres hembras y dos machos), de los cuales sólo un macho y dos hembras eran sexualmente maduros. La meta consistía en lograr producir un total de 100 individuos en un periodo de cinco años. Actualmente se ha alcanzado el número esperado de individuos y la tasa de reproducción ha superado las expectativas. Lo esperado es asegurar un número de 30 individuos adultos que se destinarían a las actividades de reproducción continua en hatos de cinco hembras y dos machos (rotativos durante el periodo de estro de las hembras) y tres juveniles en cada uno de los encierros. El resto debe dar inicio al programa de re-faunación con la inmediata liberación de hatos de dos hembras y un macho en lugares estratégicamente seleccionados. Los sitios de liberación se determinaron con base en los hábitat más favorables y en donde las actividades de aprovechamiento forestal no expusieran a los venados. El otro programa es el de apoyo a las actividades de ecoturismo y educación ambiental. Actualmente la capacidad de los encierros está rebasada, con algunos problemas de manejo y monitoreo dada la alta densidad de individuos juveniles.

Existen otros subproyectos similares al del venado que están por dar inicio operativo con el respectivo manejo de colonias, entre los que destacan el de la gallina de monte (*Dendrortyx macroura*) y el conejo de monte (*Sylvilagus cunicularius*). Estas actividades de manejo de fauna silvestre, aunadas a la conservación de sus hábitat naturales han producido un impacto importante en el concepto de conservación de la CINSJP en general. La actitud positiva de los comuneros hacia la fauna silvestre en términos de conservación y de usos alternativos es generalizada. La propuesta por asamblea general ha respetado una veda total de la fauna silvestre hasta que se realice un programa de aprovechamiento bajo el nuevo concepto de las unidades de manejo de vida silvestre (UMAS) de la

SEMARNAT. Finalmente, en esta sección de manejo y conservación de especies y espacios se han seleccionado taxa y lugares que sirven como bioindicadores del impacto producido por las diversas actividades de aprovechamiento. Entre éstos destacan el coyote y la gallina de monte, para los que se realizan estudios detallados a mediano y largo plazo con la participación de estudiantes de posgrado.

Una de las actividades alternas más prometedoras y resultantes del estudio participativo fue el programa de ecoturismo. La CINSJP mostró un fuerte interés en esta actividad que obliga a conciliar simultáneamente aprovechamiento y conservación. En la actualidad, la comunidad ha invertido un monto superior a 700 mil pesos para desarrollar la infraestructura permanente en este nuevo campo de aprovechamiento de la biodiversidad. Las expectativas incluyen el establecimiento de unos 20 empleos permanentes y un ingreso de alrededor de 100 mil dólares al año por concepto de servicios de ecoturismo.

El plan de manejo es el documento rector de las actividades productivas de la CINSJP. Por su naturaleza técnica forestal no se detallan todas las acciones de diversificación productiva y conservación que se están realizando paralelamente dentro del territorio de la comunidad. Entre otros subproyectos, por ejemplo, se han contemplado estudios que contrastan las técnicas de uso tradicional versus las unidades geopedológicas. El manejo tradicional de algunas variedades de maíz, cultivos mixtos (e.g. chile, calabaza, papa, frijol) y el calendario agrícola parecen ajustarse a las características propias de la unidad de paisaje. Es decir, los comuneros reconocen además de sus parajes (propiedades) las condiciones propias de cada lugar para hacer un uso óptimo del suelo en el sentido agroforestal. Técnicamente se incorporan nuevas ideas tales como cercas vivas, abonos verdes y conservación tradicional del suelo y agua, entre otros, aunque existe la intención de proponer ante la asamblea general este tipo de medidas a mediano plazo (Sánchez 2000, Pulido y Bocco 2003).

El aspecto forestal es quizás el tema en donde mejor se aplicó el concepto de investigación conjunta, ya que los encargados de la Dirección Técnica Forestal, además de enseñarnos una gran cantidad de conceptos y técnicas, participaron en muchos de los cursos y talleres impartidos por los autores. Esta situación generó largas mesas de discusión sobre las intensidades idóneas de aprovechamiento forestal por parte de la misma CINSJP. En realidad, no existen índices de rendimiento local de las especies aprovechadas y esto puede representar problemas si no se aprovecha

bajo un conocimiento validado in situ. Al respecto, la CINSJP aceptó iniciar un estudio a largo plazo (20 años) definiendo parcelas permanentes de monitoreo, donde se investiga experimentalmente el desarrollo de una variedad de pino (*Pinus pseudostrobus*) bajo diversos regímenes de aprovechamiento (Cortéz en preparación). Este estudio es otro de los bioindicadores que servirán para calibrar el modelo de aprovechamiento forestal sostenible.

Un aspecto fundamental fue la adquisición e implementación de un sistema de información geográfica en la propia comunidad. Esto convirtió al plan de manejo en una actividad permanente, y por tanto en una herramienta poderosa de análisis que describe la dinámica de una realidad altamente cambiante. El análisis cartográfico automatizado ha permitido generar información importante de cómo la comunidad maneja sus recursos. Por ejemplo, los mapas de una cuenca hidrográfica vecina con problemas de erosión y sedimentación, ayudaron a entender la importancia de contribuir al equilibrio ecológico de zonas adyacentes a la comunidad. La mayor parte del flujo subsuperficial que alimenta a los veneros de la localidad así como a importantes arroyos se origina en cuencas ocupadas por el Parque Nacional Pico de Tancitaro con serios problemas de manejo. Hoy en día, el grupo de trabajo de la UNAM, en conjunto con la misma CINSJP, son partícipes de las labores en el ordenamiento territorial de toda la región ya que están conscientes de estar involucrados en un contexto más allá de los límites políticos de sus terrenos comunales.

En este proyecto se probó una serie de modelos conceptuales que permitieron capturar y organizar los datos para describir la oferta ambiental en un sistema computarizado de manejo y análisis espacial. Para ello, se utilizaron tecnologías integradas de percepción remota, sistemas de información geográfica, evaluación automatizada de tierras (Rosete 1998, Rossiter 1990) y análisis de biodiversidad y hábitat (Velázquez 1993). Por lo tanto, la implementación de sistemas de información geográfica y percepción remota como herramientas de automatización e integración para el manejo sostenible de los recursos naturales y el ordenamiento territorial de la comunidad ocupa un lugar relevante. Estas técnicas fortalecen la evaluación y el monitoreo de los recursos naturales y permite vincular los resultados de la labor científica a modelos verificados en campo. Esto último, junto con la incidencia en las esferas de toma de decisiones de la CINSJP representan las partes medulares del enfoque geoecológico adoptado.

LOGROS

Desde nuestra perspectiva existen cuatro logros destacables. El primero consiste en la operatividad de un sistema automatizado operado por los propios comuneros, lo que les da un apoyo instrumental en la toma de decisiones para el manejo forestal. Esto hace que la CINSJP sea una de las pocas experiencias de manejo de recursos naturales en donde la tecnología de punta es utilizada fuera de los espacios académicos para fines de aprovechamiento y conservación.

El segundo logro es el canal de transferencia de conocimiento establecido entre UNAM-CINSJP y otras comunidades. La mejor manera de motivar la participación de otros grupos organizados en este tipo de estrategias de manejo es la presentación de los productos por parte de la misma CINSJP. Diversas comunidades han mostrado interés en adoptar algunas de las estrategias de usos alternos del bosque dentro de sus propios territorios. Así, la CINSJP además de realizar un uso diversificado de sus recursos, también obtiene ingresos por consultorías y capacitación. De hecho, la CINSJP se ha convertido en un centro de capacitación para proyectos de manejo forestal comunitario con apoyo del Banco Mundial, lo que en conjunto, la hace menos dependiente de un mercado establecido y más innovadores en el ámbito de los mercados emergentes. Para ilustrar esto se comparó la contribución actual de los recursos utilizados por la CINSJP y la contribución de recursos deseada de acuerdo con lo discutido con la gerencia de la empresa al inicio del proyecto.

Para lograr ampliar el abanico de posibilidades se realizan estudios que intentan dar un marco económico, ecológico y geográfico a las diversas actividades que se desarrollan en la comunidad (Olguín 2001). Es decir, incluir los conceptos de valoración ambiental en términos de bienes y servicios tanto locales como los de orden mundial (*e.g.* captura de CO₂), y continuar con estudios específicos, tales como el del potencial de uso de hongos comestibles, que se están llevando a cabo actualmente.

Durante 1998 la CINSJP fue evaluada positivamente para obtener la Certificación de buen manejo forestal. El Consejo Mundial Forestal (*Forest Stewardship Council*) otorgó dicho reconocimiento y por lo tanto los productos generados en la comunidad ahora son mejor cotizados en el mercado internacional. Entre las observaciones por parte del *Forest Stewardship Council* destacaron la diversificación de actividades productivas y de conservación de suelos, flora y fauna que realiza esta comunidad. Esto com-

promete a la misma CINSJP para dar seguimiento a las labores iniciadas en conjunto y que apenas empiezan a dar resultados.

Como último logro se reconoce que la comunidad se distingue nacional e internacionalmente por su manejo forestal (Álvarez Icaza 1993). El modelo, no obstante, es tan sólo replicable en comunidades que tengan condiciones similares de organización y aún conserven una proporción importante de sus recursos naturales (e.g. Unión Nacional de Organizaciones de Forestería Comunitaria, UNOFOC). Estas comunidades ocupan cerca de 4.5% del territorio nacional y podrían representar una alternativa de aprovechamiento y conservación para México y muchos otros lugares de Latinoamérica. La lección, no obstante, sugiere que para cada realidad existe una unidad geográfica y una historia diferentes. Por esto se considera fundamental generar modelos locales para soluciones locales. Los marcos conceptuales científicos, sin embargo, pueden ser utilizados para cualquier situación sin importar la naturaleza geográfica, ecológica, política y social. La CINSJP, en contraste, ha disfrutado de múltiples beneficios financieros por su labor política lo que hace que su estrategia sea funcional siempre y cuando estos incentivos persistan (Álvarez Icaza *op. cit.*).

CONFLICTOS

Durante el desarrollo de la investigación antes descrita, tres aspectos resultaron ser difíciles de conciliar. El primero se refiere a los tiempos de ejecución de tareas. Para la CINSJP existen calendarios y agendas que no siempre son factibles de planificar. De igual modo, aunque con menos restricciones, existen agendas y tiempos para la realización de las labores de investigación por parte de las instancias académicas. Fue difícil coordinarlas ya que cada grupo establecía sus propias prioridades y tiempos para cada actividad. Esto dio como resultado una reducción de la eficiencia de múltiples programas. La planeación de muchas actividades estaba concatenada y las diversas agendas propiciaban retrasos y fracasos parciales en la puesta en marcha de ciertas actividades. Como consecuencia se llevaron a cabo múltiples actividades simultáneas (inventarios, criaderos, capacitación, análisis, entre otras) a veces contradictorias. La labor más demandante, pero imprescindible, fue la presencia continua en la comunidad, diez días por mes durante el desarrollo del proyecto (cuatro años) de al menos uno de los autores o alguno de los colaboradores del proyecto.

Otro punto de divergencia entre la CINSJP y la UNAM fue la constante demanda de proyectos productivos a corto plazo en lugar de aquellos de conservación a largo plazo. Nuestra insistente formulación de actividades productivas sustentables pensadas para un horizonte temporal no parecía llenar las demandas de la comunidad durante los dos primeros años. Esto se logró conciliar con la instrumentación simultánea de proyectos productivos a corto plazo (e.g. té nurite y venado cola blanca), lo que incrementó el número de tareas a realizar en un mismo tiempo.

La tercera dificultad se presentó entre las demandas de las instituciones académicas y las labores de investigación de nuestro equipo. Las formas de evaluación del trabajo de investigación no consideran este tipo de labores como actividades científicas. El dilema se centra en que nuestro enfoque tiene una orientación hacia la solución a problemas concretos y no obedece a la curiosidad del investigador. En esta experiencia las preguntas fueron decididas en conjunto con la CINSJP, por lo que muchas respuestas carecen de valor universal. Esta situación motivó que las actividades de investigación y docencia realizadas dentro del marco del proyecto CINSJP-UNAM fueran un apéndice de las actividades de docencia e investigación solicitadas por las esferas académicas. En nuestro concepto, la experiencia aquí descrita sigue un modelo de investigación de vanguardia y se basa en métodos estrictamente científicos; cada capítulo de este libro surge de una o varias tesis de grado o posgrado. Los productos, no obstante, no necesariamente se reflejan en artículos de circulación internacional sino en los productos que alimentan de manera literal (y figurada) a cerca de 15,000 habitantes que dependen directa o indirectamente de la CINSJP.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Icaza, P. 1993. Forestry as a social enterprise. *Cultural Survival* 17(1): 45-47.
- Bocco, G. 1991. Traditional knowledge for soil conservation in central Mexico. *Journal of Soil and Water Conservation* 46(5): 346-348.
- Bocco, G., A. Velázquez y C. Siebe 1998. Managing natural resources in developing countries: The role of geomorphology. *Conservation Voices* (Soil and Water Conservation Society) (16): 71-84.
- Carabias, J., E. Provencio y C. Toledo 1994. *Manejo de recursos naturales y pobreza rural*. UNAM-FCE. México. 137 pp.
- CONANP 2001. *Programa de Trabajo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas*. SEMARNAT, México. 106 pp.

- Cortéz, J. G. En preparación. Elaboración de un modelo espacio temporal de aprovechamiento integral del recurso forestal. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Faeth, P. 1993. An economic framework for evaluating agricultural policy and the sustainability of production systems. *Agriculture, ecosystems and Environment* 46: 161-173.
- Fregoso, D. A. 1999. Tipos de vegetación asociados a unidades de manejo forestal: el caso de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro. Tesis licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Fresco, L.O., H.G. Huizing, H.v. Keulen, H.A. Lunning y R.A. Schipper 1992. *Land Evaluation and Farming Systems Analysis for Land Use Planning*. FAO Working Document. FAO- ITC-Wageningen Agricultural University. Rome-Enschede-Wageningen. 209 pp.
- Hansen, A. J., Spies, T. A., Swanson, F. J. y Ohmann, J. L. 1991. Conserving biodiversity in managed forest. *BioScience* (41) No.6: 382-392.
- Hilborn, R. y D. Ludwig. 1993. The limits of applied ecological research. *Ecological Applications* 3(4): 550-552.
- Hugget, R. J. 1995. *Geoecology: an evolutionary approach*. Routledge, Londres.
- Hutto, R.L., S.M. Pletschet y P. Hendricks 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *The Auk* 3: 593-602.
- ILWIS (The integrated land and water information system) 1997. Application and reference guides. ILWIS department, ITC, Enschede, The Netherlands. 352 pp.
- Ikerd, J.E. 1993. The need for a systems approach to sustainable agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 46: 147-160.
- Levin, S.A. 1993. Forum: Science and sustainability. *Ecological Applications* 3(4).
- Ludwig, D., R. Hilborn y C. Walters. 1993. Uncertainty, resource exploitation and conservation: Lessons from History. *Science* 260:17,36.
- Mangel, M., L. M. Talbot, G. K. Meffe, M. T. Agardy, D. L. Alverson, J. Barlow, D. B. Botkin, G. Budowski, T. Clark, J. Cooke, R. H. Crozier, P. K. Dayton, D. L. Elder, C. W. Fowler, S. Funtowicz, J. Giske, R. J. Hofman, S. J. Holt, S. R. Kellert, L. A. Kimball, D. Ludwig, K. Magnusson, B. S. Malayang III, C. Mann, E. A. Norse, S. P. Northridge, W. F. Perrin, C. Perrings, R. M. Peterman, G. B. Rabb, H. A. Reigier, J. E. Reynolds III, K. Sherman, M. P. Sissenwine, T. D. Smith, A. Starfield, R. J. Taylor, M. E. Tillman, C. Toft, J. R. Twiss, Jr., J. Wilen y T. P. Young 1996. Principles for the conservation of wild living resources. *Ecological Applications* 6(2): 338-362.
- Masera, C. O., Ordoñez, J. M. y Dirzo, R. 1992. *Carbon emissions from deforestation in Mexico: current situation and long-term scenarios*. University of California, Berkeley.

- Medina, C. y F. Guevara 1998. *Listado florístico de la comunidad indígena de San Juan Nuevo, Parangaricutiro, Michoacán, México*. Acta Botánica Mexicana.
- Monroy, V. O. y S. Vázquez 1999. Estudio sobre la dieta, distribución y abundancia del coyote (*Canis latrans*) en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro. Tesis de maestría, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Myers, N. 1993. Questions of mass extinction. *Biodiversity and Conservation* 2 (1): 2-17.
- Naveh, Z y A. S. Lieberman 1993. *Landscape ecology, theory and application*. Springer Verlag, E.U.A. 360 pp.
- Olguín, A. M. 2001. Incorporación de la captura de carbono como propuesta de manejo integral. Estudio de caso en una comunidad de la Meseta Purépecha, México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 73 pp.
- Pulido, J. y G. Bocco. 2003. The traditional farming system of a Mexican indigenous community. *Geoderma* 111(3-4): 249-265.
- Reyna, H. R., 1997. Implementación de un criadero de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con fines de repoblamiento en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro. Tesis. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. División de Ciencias y Humanidades. Escuela de Biología. 81 pp.
- Rosete, F. 1998. Diseño de base de datos para su aplicación en la evaluación de tierras de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Tesis de maestría en ciencias. Facultad de Biología. Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo.
- Rossiter, D.G. 1990. ALES: a framework for land evaluation using a microcomputer. *Soil use and management* 6(1): 7-20.
- Sánchez, F. 2000. Uso del suelo y aptitud en Nuevo San Juan. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo (CRUCO), Morelia, México.
- Schaller, N. 1993 The concept of agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 46: 89-97.
- Siebe, C., R. Jahn y K. Stahr 1996. *Manual para la descripción de suelos en el campo*. Publicación Especial 4. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C. Chapingo. México.
- Sosa, G.N. 1996. Caracterización de la avifauna en parches de vegetación en la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura, UMSNH, Michoacán. 62 pp.
- Spellerberg, I. F. 1996. *Conservation Biology*. Longman, Gran Bretaña. 242 pp.
- Thoms, C. A. y D. R. Betters 1998. The potential for ecosystem management in Mexico's forest ejidos. *Forest Ecology and Management* 103:149-157.
- Toledo, V.M. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo* 14(81): 17-30.

- Torres, G. A. 2002. Efecto de la fragmentación de los hábitat forestales en las comunidades de mamíferos de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Tesis de maestría, UNAM, México. 70 pp.
- Velázquez, A. 1993. *Landscape ecology of Tláloc and Pelado volcanoes, México*. ITC publication No. 16. pp. 151.
- Velázquez, A. y F.J. Romero 1999. Biodiversidad de la región de montaña del sur de la Cuenca de México: bases para el ordenamiento ecológico. UAM-X, CORENA. 389 pp.
- WCED 1987 (World Commission on Environment and Development). *Our common future*. Oxford University Press.
- Yunlong, C. y B. Smit 1994. Sustainability in agriculture: a general review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 49: 299-307.

Dos

Descripción del territorio comunal

*Alejandro Velázquez, Gerardo Bocco
y Alejandro Torres*

LOCALIZACIÓN

La Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP) comprende una superficie total de 18,138 ha que se localiza en el estado de Michoacán, a unos 15 km al occidente de la ciudad de Uruapan (figura 1). Su delimitación geográfica al norte se encuentra entre los 19° 34' N y 102° 17' O' y 19° 34' N y 102° 00' O', y en la parte sur entre los 19° 25' N y 102° 17' O' y 19° 25' N y 102° 10' O' (Torres 1999). Los terrenos comunales de la CINSJP mantienen colindancia al oeste y norte con las comunidades indígenas de Caltzontzin, Santa Ana Zirosto, Zacán y Angahuan y al este y sur limita con pequeñas propiedades. Una superficie de aproximadamente 2,021 ha de los terrenos de la CINSJP forman parte del Parque Nacional Pico del Tancítaro.

CLIMA

El clima de la zona es templado húmedo y corresponde a los tipos C(w2)(b) entre los 2,200 y 2,500 msnm y C(w2)(w) hacia la mitad del volcán Paricutín. También se registra la ocurrencia de abundantes lluvias en verano y lluvia invernal menor del 5%, así como heladas entre 20-40 días al año (García 1988). La temperatura media anual varía entre distintas localidades, pero en general es de 18 °C, y oscila entre -3 y 18 °C

en el mes más frío (INEGI 1985). El promedio anual en la precipitación se estima en alrededor de 1,200 mm, concentrada entre mayo y octubre, y al igual que la temperatura, registran variaciones dentro del territorio comunal.

GEOLOGÍA Y RELIEVE

La región forma parte del Sistema Volcánico Transversal, y específicamente del extremo suroccidental de la Meseta tarasca dentro de la subprovincia volcánica tarasca, con orientación preferentemente al sureste. En su límite meridional está en contacto con la transición fisiográfica a la depresión del río Tepalcatepec, con altitudes del orden de los 1,800 a los 3,000 msnm. Geológicamente se trata de una región de origen volcánico, en su mayor parte reciente (190 km²), con predominio de basaltos y andesitas. En la parte norte del predio, 1,684 ha (9.3%) están cubiertas totalmente por lavas del volcán Parícutín.

En general, la topografía es accidentada, con pendientes que fluctúan entre 5% y 80%. La mayor altitud se presenta en los cerros de la Laguna (3,200 msnm), Prieto (3,100), de Parí (2,910), San Nicolás (2,900) y Cutzato (2,810), el resto de las elevaciones presentan una altura inferior, aunque el nivel más bajo se registra en las inmediaciones de la población (1,900), la altura promedio es de 2,550 msnm.

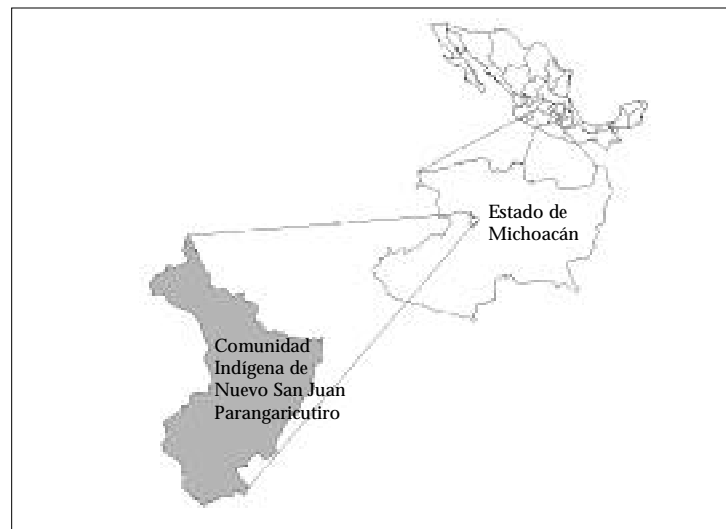
SUELO

Los suelos se han desarrollado a partir de cenizas, producto de las erupciones volcánicas. De acuerdo con el INEGI (1985), predominan los andosoles y regosoles: andosoles húmicos de textura mediana, andosoles ócricos de textura gruesa, regosoles dísticos de textura gruesa y feozems háplicos de textura mediana. Al menos 30% de los terrenos, y por tanto del suelo de la comunidad, se encuentran cubiertos por espesores variables de cenizas del volcán Parícutín (Bocco *et al.* 1998), en función de la cercanía al volcán y la topografía del terreno.

HIDROLOGÍA

Los bosques de este predio, por sus escurrimientos, pertenecen a las subcuencas hidrológicas río Cupatitzio, río Tepalcatepec Bajo y río

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO EN EL ESTADO DE MICHOACÁN



Itzícuaru, con una isoyeta media anual de 1,500 mm. Dentro del predio existen varios nacimientos de agua (permanentes o temporales) que han sido excluidos del aprovechamiento maderable para evitar impactos negativos al suelo, de manera que las nueve anualidades del plan de manejo, no consideran una superficie de 458,450 ha que protegen a los manantiales siguientes: Irighimo, Cutzato, Ahuantzan, Pantzingo, Zirahaspan, La Alberca, Tumbiscatillo, Percu, El destiladero, El rosario, Vicentigo, La cantera, La atascosa, El Tepetate, Las Canoitas, La Escondida, Troncón de Ocote, La Cuchilla, El Puerto, La Chuparrosa, La Rana, Llarimicuaru, Los Monos, La Hortencia, El Chorro, Las Palmas, El Corcubi, El Nopal, El Tlacuache, Agua Nueva, Agua Chiquita, Los Amoles, El Hospital, Agua Rajada, El Fresno, Los Riscos, Agua del Gato, Agua Blanca, Las Papas, El Talayote, El Pitayo, Los Chapiles, El Aguacatillo, Tierra Blanca y El Chilar. Además, se han excluidos del aprovechamiento forestal las áreas de aforo y las franjas a ambos lados

de los cauces, para conservar el escurrimiento y evitar la erosión del suelo.

VEGETACIÓN

La vegetación predominante en la zona corresponde a los bosques templados de altura, que presentan una estructura heterogénea, en parte explicada por la formación reciente del volcán Parícutín. De acuerdo con su porcentaje de cobertura original, predominan los bosques de pino, encino, abeto y sus respectivas asociaciones. Entre el componente arbóreo de estos bosques destacan: *Pinus michoacana*, *P. montezumae*, *P. douglassiana*, *P. leiophylla*, *P. pseudostrobus*, *Quercus laurina*, *Q. rugosa*, *Abies religiosa* y *Alnus jorullensis*. Los arbustos y hierbas abundan en zonas deforestadas y en menor grado se presentan en los bosques de pino-encino. Los pastizales comúnmente se integran de *Aristida* sp., *Andropogon* sp., *Muhlenbergia* sp., *Stipa* sp., pero de manera natural no constituyen un estrato uniforme (Saucedo y Acosta 1987).

FAUNA

Aunque predominantemente la fauna es de afinidad neártica, también se presenta un gran número de especies tropicales. Debido a que la comunidad es parte de una zona de transición entre la regiones Neártica y Neotropical, se esperaría que hubiera una gran complejidad faunística; sin embargo, se carece de estudios más completos sobre este tema.

USO DEL SUELO

El uso del suelo incluye agricultura de subsistencia (maíz, chile, frijol), ganadería extensiva, huertas de aguacate y durazno, pero se centra principalmente en el aprovechamiento de madera y resina en los bosques de pino.

BIBLIOGRAFÍA

- Bocco, G., A. Velázquez y C. Siebe 1998. Managing natural resources in developing countries: the role of geomorphology. *Conservation Voices* 1(4): 26-27.

- García, E. 1988. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. CETENAL, 1970. Hoja Colima. Carta de Climas. Esc. 1:500,000. Comisión de Estudios del Territorio Nacional, Secretaría de la Presidencia.
- INEGI 1985. *Síntesis Geográfica de Michoacán*. INEGI, México.
- Saucedo, L.A. y B. Acosta 1987. Modelo de organización para el aprovechamiento forestal de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro. Tesis Profesional. FAUMSNH. Uruapan. Michoacán.
- Torres, G. A. 1999. Efecto de la fragmentación de los hábitats forestales en las comunidades de mamíferos de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Tesis de Maestría, UNAM, México. 70 pp.

TRES

Antecedentes históricos

*Alejandro Torres, Gerardo Bocco
y Alejandro Velázquez*

PREVIOS A LA ERUPCIÓN DEL PARICUTÍN

La Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP) pertenece a la etnia purépecha, que es uno de los 54 grupos indígenas que aún existen en nuestro país. Esta comunidad proviene originalmente del poblado de San Juan Parangaricutiro o San Juan de las Colchas, que abandonó sus tierras a causa de la erupción del volcán Paricutín en 1943 (Segerstrom 1950, Williams 1950, Rees 1970, Inbar *et al.* 1994). La comunidad indígena original se fundó en el siglo XV en una zona denominada Pantzingo, que fue un lugar que llegó a ser el centro comercial más importante de la región y formó parte del imperio purépecha.

Con la llegada de los españoles hacia 1530-1535, y como parte de la política de «congregaciones de pueblos» impulsada por la Corona, inmediatamente después de la fase armada de la conquista, se encomendó a fray Juan de San Miguel la fundación del pueblo de San Juan Parangaricutiro (San Juan Viejo) en tiempos en que Vasco de Quiroga presidía el obispado de Michoacán. Fray Juan de San Miguel estuvo a cargo de la organización, la traza urbana y la construcción de San Juan en una planicie, y para ello, juntó a la población prehispánica dispersa que habitaba las laderas de la zona. El pueblo se creó conforme al modelo de congregación por «barrios», integrándose seis (Santiago, San Mateo,

San Miguel, San Francisco, La Asunción y Natividad), los cuales se mantienen hasta la actualidad (Moheno 1985).

Desde su fundación y hasta la segunda mitad del siglo XIX, los límites territoriales y la tenencia de la tierra se mantuvo de acuerdo con la legislación de la Corona española. Durante este periodo, y hasta nuestros días, la iglesia católica ha ejercido una influencia importante en la historia de este pueblo: fue regidora y partícipe de la organización social, las tradiciones y el desarrollo de la comunidad. Durante muchos años, además de la actividad forestal, la economía del pueblo estuvo sustentada en la agricultura, la ganadería y la fabricación del colchas.

En el siglo XIX, las Leyes de Reforma afectaron radicalmente el estatuto de tierras comunales, al declarar «extintas» a las corporaciones indias y ordenar su distribución en propiedad privada bajo la pena de pagar altos impuestos y el peligro de las posibles afectaciones gubernamentales de sus tierras por venta mediante subasta pública. Ante este escenario la comunidad de San Juan recurrió a la escrituración de diversas extensiones de tierras, afectables por ley, confiándolas en propiedad privada a los caciques o principales de la comunidad. De esta forma, se cedió la administración de los bienes de la comunidad a las familias de más prestigio de San Juan Parangaricutiro. Años después, los nuevos propietarios, sin consultar a la comunidad, contrataron las tierras a la compañía Michoacana Transportation Company para que explotara los bosques con el propósito de fabricar «durmientes» de ferrocarril. Finalmente el estallido de la Revolución mexicana impidió que la explotación del bosque se llevara a cabo.

En la década de los años 1920 y 1930, la tenencia particular de las tierras se fue consolidando, como parte de un proceso complejo en que los caciques cedieron la tierra en predios más pequeños, por herencia a los hijos o por actos de compraventa con los comuneros arrendatarios. Este fraccionamiento de la propiedad respondió a la preocupación de las familias prominentes por ampliar su base social de apoyo entre los vecinos del pueblo y evitar afectaciones agrarias del gobierno revolucionario.

La influencia de los curas, la ley de prohibición de cultos y las intenciones gubernamentales de afectar las tierras «históricas» de San Juan en beneficio de San Salvador Combutzio (hoy Caltzonzin), volcaron a la población en contra del gobierno del general Cárdenas, y a favor del movimiento cristero. Un hecho notable que deriva de este periodo fue el prestigio del Cristo de San Juan, que con el tiempo ha convertido al pueblo en un destino de peregrinaciones de alcance regional, nacional e

internacional, con la consecuente derrama de recursos económicos que han ingresado a la localidad a lo largo de su historia reciente. Sin embargo, la erupción del volcán Parícutín cambiaría radicalmente la vida de los habitantes de San Juan (cuadro 1).

CUADRO 1. ACONTECIMIENTOS HISTÓRICOS IMPORTANTES EN EL DESARROLLO Y ORGANIZACIÓN DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

FECHA	ACONTECIMIENTOS IMPORTANTES
XV	Establecimiento de la comunidad original purépecha en un lugar denominado Patzingo
1530-1535	Se funda el pueblo de San Juan Parangaricutiro
1943-1960	Erupción del volcán Parícutín
1944-1950	Fundación del pueblo de Nuevo San Juan Parangaricutiro
1977	La comunidad se agrupó a la Unión de Ejidos y Comunidades Indígenas Forestales de la Meseta Tarasca (UECIFOMET). Inicia el aprovechamiento formal del bosque (aunque sin ningún control)
1979	Se solicita y obtiene autorización a la Subsecretaría Forestal y de la Fauna para el primer aprovechamiento forestal
1983	Se instala el primer aserradero comunal
1984	La comunidad recibe el premio al mérito forestal
1986	Se firma un convenio entre la SARH y la comunidad que autoriza a la comunidad el aprovechamiento de sus bosques Derecho de administrar y regular el manejo forestal de sus bosques
1988	Creación de la empresa comunal
1994	Inicia la colaboración de la UNAM a solicitud de la comunidad, para elaborar un plan de manejo
1995	La firma del TLC obliga a la comunidad a diversificar y mejorar la calidad de sus productos
1997	La comunidad recibe la Certificación Verde (distinción otorgada por el Consejo Forestal Mundial)
2001	Integración escrita de la experiencia participativa de la UNAM

POSTERIOR A LA ERUPCIÓN DEL PARICUTÍN

Desde siempre se conoció la existencia de un hueco de cinco metros de diámetro en una parcela propiedad del Sr. Dionisio Pulido, lugar que sería el centro de la erupción del Paricutín. La erupción inició en 1943 y sepultó con lava al poblado de San Juan Viejo; la lluvia de cenizas y arena mató los bosques e inutilizó las tierras agrícolas por un periodo de siete u ocho años. Esta tragedia reconcilió a la comunidad de San Juan con el gobierno del general Cárdenas, quien apoyó al pueblo gestionando su traslado a parcelas tomadas del ejido de San Francisco Uruapan.

No obstante la desconfianza inicial, los habitantes de San Juan, aceptaron cambiar al venerado Señor de los Milagros y con él a todo el pueblo, hasta un pequeño valle intermontano denominado Los Conejos que estaba ubicado al sur de los terrenos «históricos» de la comunidad. Este lugar cambió inmediatamente su nombre por el de Nuevo San Juan Parangaricutiro. El pueblo se diseñó en acuerdo entre los principales de la comunidad, el cura del pueblo e ingenieros de la Secretaría de Salubridad, demarcándose la iglesia, la plaza y las manzanas que compondrían el nuevo asentamiento, levantando poco a poco las casas y la iglesia.

En 1949 la comunidad hace una solicitud de reconocimiento y titulación de bienes comunales, pero aunque se les otorga posesión provisional, es hasta noviembre de 1991 que se obtiene la titulación y el reconocimiento. Sin embargo, aún existen conflictos agrarios con pequeños propietarios y un diferendo de límites con la comunidad de Angahuan, ante los tribunales agrarios.

Con la nueva dotación de tierras, la original dedicación a la agricultura tradicional de subsistencia que practicaban los habitantes de San Juan se transforma porque en las nuevas tierras comunales predominan los bosques templados. Durante mucho tiempo la gente cultivó maíz en las planicies y aprovechó muy irregularmente el bosque, pero también muchos campesinos emigraron a los Estados Unidos de América por falta de trabajo. Esta situación y la aptitud de las nuevas tierras propiciaron que la comunidad comenzara a organizarse y, junto con otras 26, formara la Unión de Forestería de Ejidos y Comunidades, la cual pretendía el manejo de los bosques. Entre 1977 y 1979 inició el manejo forestal organizado con las primeras talas selectivas del bosque, lo que dio paso a la creación de la empresa comunal en 1981, que tuvo como propósito el manejo forestal de los bosques.

Al obtener el primer permiso de aprovechamiento forestal (1979) se estableció un aserradero comunal, que ha crecido hasta convertirse en una impresionante empresa en torno a la cual gira la vida política y económica de la comunidad. Actualmente, la población de Nuevo San Juan es de aproximadamente 15 mil habitantes, de los cuales, cerca de 1,500 son comuneros que participan en las decisiones sobre el uso de los recursos naturales. La comunidad maneja casi 20 mil hectáreas de bosque y sus productos son considerados de muy alta calidad, lo que les permite alcanzar mercados nacionales e internacionales (Bocco *et al.* 1998).

Hasta 1993, la CINSJP realizaba un manejo forestal que incluía el aprovechamiento anual sostenible de alrededor de 100 mil m³ de madera en rollo, generando un dividendo de alrededor de medio millón de dólares por año. Esta situación de óptimo uso forestal, aunado a su estructurada y operativa forma de toma de decisiones, llevó a considerar a la CINSJP como un modelo exitoso de aprovechamiento de bosques en México (Álvarez Icaza 1993).

En 1994, cuando se firma el Tratado de Libre Comercio (TLC) entre México, Canadá y los Estados Unidos de América, ocurren cambios importantes en los mercados de la madera y sus derivados. Estos traen consigo una reducción importante de la demanda de los productos generados por la comunidad, reduciendo su ingreso anual en un 20%. En este marco, la dirección técnica de la empresa de la comunidad solicita ayuda a diversos centros académicos para explorar las posibilidades de diversificar sus actividades productivas. Después de colaborar con diversas instituciones académicas (*e.g.* INIFAP, Colegio de Posgraduados, Universidad de Wisconsin), la CINSJP inicia una estrecha colaboración con la UNAM (Instituto de Ecología y Facultad de Ciencias). El reto propuesto por la comunidad consistió en generar las bases conceptuales y operativas para contribuir a un uso diversificado y sostenible de los productos forestales, a través de la elaboración del plan de manejo forestal entregado al INIFAP en 1997, con lo que obtiene el permiso para continuar la explotación forestal y el manejo de sus recursos naturales (cuadro 1).

A la fecha el balance es positivo: la empresa proporciona más de 900 empleos permanentes en los trabajos de extracción, aserrío, elaboración de duelas y molduras, madera estufada y derivados de resina, entre otros. La organización social de la comunidad ha permitido tener una administración eficiente de la empresa y la creación de otras complementarias en transporte, tiendas comunales, programas agropecuarios, distribución de fertilizantes y talleres de mantenimiento y diseño industrial (Álvarez

Icaza 1993, Lemus 1995). No obstante, para garantizar la continuidad del trabajo, crecimiento y competitividad de la empresa es necesario que se piense en un programa formal de educación, ya que actualmente en la CINSJP el nivel de instrucción se concentra entre el nivel preescolar y el bachillerato (4 a 18 años de edad).

Los logros obtenidos se deben en buena medida al alto grado de organización social, a su capacidad de gestión con el sector gubernamental y a la implementación de actividades productivas orientadas al aprovechamiento integral y racional de sus recursos. Esto les ha valido el reconocimiento gubernamental al recibir en 1984 el Premio al Mérito Forestal y en 1988 el derecho de administrar y regular por sí mismos el manejo forestal de sus bosques. El manejo de su recurso forestal ha sido catalogado como un modelo que tiende a lograr un desarrollo sustentable y existe la convicción de continuar en esa dirección mediante la elaboración de proyectos alternativos que diversifiquen la producción y generen más empleos que eleven la calidad de vida de sus habitantes.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez Icaza, P. 1993. Forestry as a social enterprise. *Cultural Survival*. 17(1): 45-47.
- Bocco, G., A. Velázquez y C. Siebe 1998. Managing natural resources in developing countries: the role of geomorphology. *Conservation Voices* 1(4): 26-27.
- Inbar, M., J. Lugo y L. Villers 1994. The geomorphological evolution of the Parícutín cone and lava flows, México, 1943-1990. *Geomorphology* 9:57-76.
- Lemus, O. 1995. Propuestas para el mejoramiento de dos agro-ecosistemas tipo en la región Purépecha, Michoacán. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín. N.L. 179 pp.
- Moheno, C. 1985. *Las historias y los hombres de San Juan*. EL Colegio de Michoacán-CONACYT, Michoacán, México.
- Rees, J.D. 1970. Parícutín revisited: A review of man's attempt to adapt to ecological changes resulting from volcanic catastrophe. *Geoforum* 4: 7-25.
- Seegerstrom, K. 1950. *Erosion Studies at the Parícutín, state of Michoacan, Mexico*. Geological Survey Bulletin 965-A. USGS. Washington. 164 pp.
- Williams, H. 1950. *Volcanoes of the Parícutín Region, Mexico*. Geological Survey Bulletin 965-B. USGS. Washington. 278 pp.

II. Bases físicas y biológicas para el manejo de recursos naturales

CUATRO

El relieve como modelador y regulador de procesos en el paisaje

Jesús Fuentes y Gerardo Bocco

INTRODUCCIÓN

El relieve es un elemento de gran importancia del espacio geográfico. Su análisis permite conocer el estado de otros componentes como el suelo o bien desarrollar la evaluación del paisaje mismo así como conocer las características hidrológicas de una región (Verstappen 1983). La construcción de modelos geomorfológicos también puede permitir allegarse de soluciones prácticas para los problemas relacionados con la degradación del paisaje (Goudie *et al.* 1981). De ahí que sea tan importante en el estudio del medio físico de cualquier lugar.

La relación de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, con su medio físico está dada por los fenómenos del relieve regional que regulan la presencia de procesos biológicos (presencia de diferentes tipos de vegetación), hidrológicos (expresión y dinámica espacial del recurso hídrico) y del paisaje (procesos de degradación).

Dichos fenómenos se presentan agrupados en el marco geomorfológico que representa la sierra de Tancitaro, o más propiamente del llamado Pico de Tancitaro. Las geoformas aquí presentes corresponden a productos volcánicos y sedimentos derivados de tales productos. Debido a lo anterior, la zona se distingue por una intensa actividad volcánica desarrollada durante los últimos 500 mil años, que incluye la formación del volcán Parícutín, la estructura volcánica

monogenética más reciente del país y cuyo nacimiento y actividad se verificó hacia mediados del siglo XX.

Este capítulo persigue como objetivos centrales, describir las formas del relieve regionales, su dinámica y el papel que desempeñan en la conformación del paisaje donde se asienta la CINSJP.

Los autores están ciertos que conocer el papel de las formas del relieve en la conformación del paisaje constituye un paso fundamental para la comprensión del medio físico regional ya que de esta forma se contribuye a establecer las bases del manejo de recursos desde el punto de vista regional y las pautas para estudios de carácter más local que beneficien a los habitantes de la zona del Tancitaro.

MÉTODOS

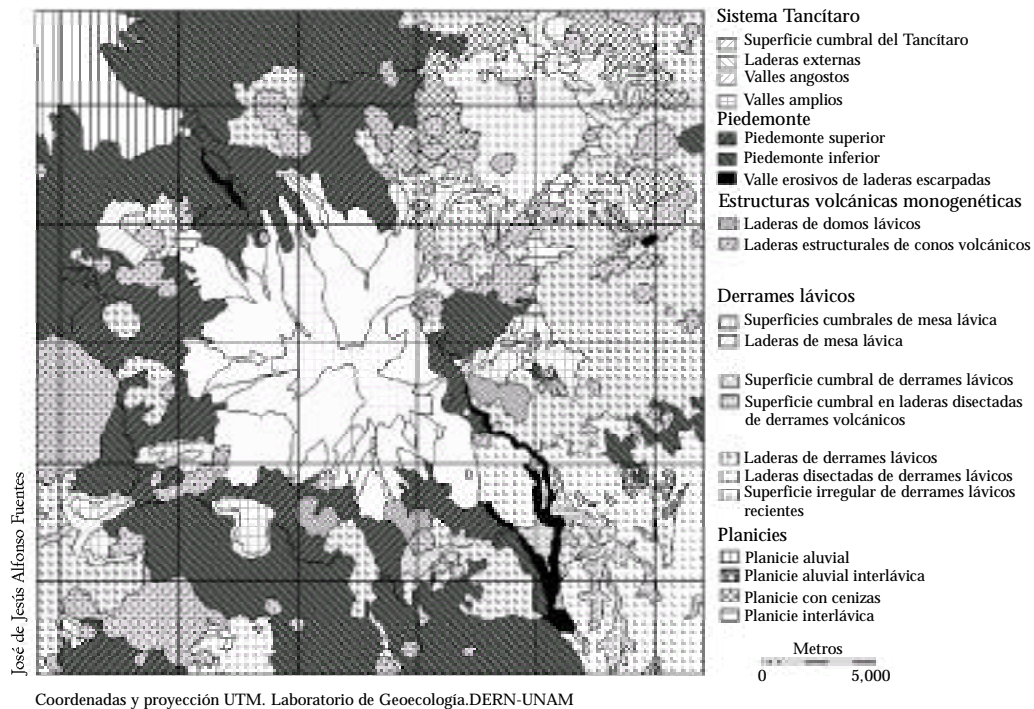
Existen diversos estudios, principalmente de tipo geomorfológico y geológico, enfocados a la zona del Paricutín (Williams 1950, Segerstrom 1950, Rees 1970) o incluso para el estado de Michoacán en su conjunto (Bocco y Mendoza 1999, Bocco *et al.* 1996). Sin embargo, no existe ninguna tipología de las formas del relieve de la región del Tancitaro. Por tanto, hubo que generar la regionalización geomorfológica tomando como base la clasificación de Bocco y Mendoza (1999), que ubica a la región del Tancitaro dentro del ambiente morfogenético denominado Sistema Volcánico Transversal en donde los paisajes geomorfológicos característicos son las sierras y los piedemontes.

A partir de esta regionalización, elaborada para una escala más pequeña de 1:250,000, se estructuró la clasificación de las unidades del relieve en la zona de estudio, siguiendo los criterios de clasificación para una zona de mayor detalle como en este caso.

El enfoque utilizado para obtener cada unidad geomórfica fue el del análisis del terreno (Van Zuidam 1986, Verstappen y Van Zuidam 1991), mismo que permitió establecer una leyenda suficientemente simple pero útil para fines diversos como el análisis de la degradación y/o el análisis ambiental del Tancitaro (cuadro 1).

Las formas del relieve fueron obtenidas mediante la fotointerpretación y la verificación en campo de fotografías aéreas pancromáticas en blanco y negro a escala 1:50,000 de INEGI (1974) y 1:25,000 de GEOAIR S.A. (1996). Posteriormente los segmentos fueron digitalizados y corregidos geométricamente en el ILWIS v. 1.4 y 2.21 para generar el mapa correspondiente a escala 1:50,000.

MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DEL PICO DE TANCÍTARO, MICHOACÁN



Coordenadas y proyección UTM. Laboratorio de Geoecología.DERN-UNAM

CUADRO 1. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS IDENTIFICADAS PARA EL ÁREA DEL TANCÍTARO

- 1. ESTRATOVOLCÁN TANCÍTARO
 - 1.1 Cimas
 - 1.1.1 superficie cumbral del Tancitaro
 - 1.2 Laderas
 - 1.2.1 laderas externas
 - 1.3 Valles
 - 1.3.1 valles de influencia glaciario y/o periglaciario predominante
 - 1.3.2 valles erosivos por dinámica fluvial predominante

(Continúa)

- 2. ESTRUCTURAS VOLCÁNICAS MONOGENÉTICAS
 - 2.1 Conos volcánicos
 - 2.1.1 laderas estructurales de conos volcánicos
 - 2.2 Domos volcánicos
 - 2.2.1 laderas de domos lávicos

 - 3. DERRAMES LÁVICOS
 - 3.1 Mesas de coladas de lava
 - 3.1.1 Cimas
 - 3.1.1.1 superficie cumbral de mesa lávica
 - 3.1.2 Laderas
 - 3.1.2.1. laderas de mesa lávica
 - 3.2 Derrames lávicos
 - 3.2.1 Cimas
 - 3.2.1.1 superficie cumbral de derrames lávicos
 - 3.2.1.2 superficie. cumbral en laderas disectadas
 - 3.2.2 Laderas
 - 3.2.2.1 laderas disectadas de derrames lávicos
 - 3.2.2.2 laderas de derrames lávicos
 - 3.2.3 Superficie irregular de derrames lávicos recientes

 - 4. PIEDEMONTE
 - 4.1 Laderas
 - 4.1.1 piedemonte superior
 - 4.1.2 piedemonte inferior
 - 4.1.3 valles erosivos de laderas escarpadas

 - 5. PLANICIES
 - 5.1 Planicies acumulativas
 - 5.1.1 Planicie aluvial
 - 5.1.2 Planicie aluvial interlávica
 - 5.1.3 Planicie con cenizas
 - 5.1.4 Planicie interlávica
-

Fuente: Fotointerpretación y trabajo de campo.

GEOLOGÍA

El Tancítaro y sus alrededores se encuentran dentro de lo que se ha denominado Cinturón Volcánico Mexicano (CVM). Según Garduño *et al.* (1999), esta región es parte de la margen activa generada por la subducción constante del piso del océano Pacífico (Placas de Kula, Farallón y Cocos).

De igual forma, de acuerdo con el mismo autor el área de estudio se localiza dentro de dos regiones:

1) La superficie correspondiente a la zona de distribución de los volcanes monogenéticos (volcanes originados por un solo evento de expulsión de lava y/o cenizas) entre los cuales se localiza el Parícutín, y que es conocida como Corredor Tarasco (CT). Esta región es el reflejo de la actividad magmática (actividad interna de la Tierra en una zona) de la Placa de Cocos que se ha manifestado en el vulcanismo más reciente del estado (desde 2.7 Ma hasta el reciente). Este vulcanismo se observa en tres grandes concentraciones de vulcanismo monogenético, de las cuales es ligado al Parícutín que forma la más importante por el número de manifestaciones que se observan.

2) La región denominada Volcanismo de la región de Zamora, a la cual corresponde el Tancítaro. A diferencia del CT, la actividad volcánica de esta área presenta la formación de estructuras de grandes dimensiones generadas tanto por volcanes escudo (como el cerro Patamban) como por estratovolcanes.

La distribución de estas estructuras está dada por estructuras o formas terrestres alineadas en fracturas o fallas en dirección NE-SW correspondiente al CVM en general, aunque también existen alineamientos en dirección E-W y N-S.

En el caso del Tancítaro, su ubicación responde a la intersección de dos sistemas de fracturas formadas por la zona de fallas Chapala-Oaxaca y las estructuras NE-SW del Corredor Tarasco. Por otra parte, el Tancítaro se puede agrupar en un conjunto de edificios compuestos de tipo andesítico que tuvieron actividad de tipo explosivo generando flujos de piroclastos y avalanchas.

De acuerdo con la bibliografía más reciente (Scattolin 1996, Ban *et al.* 1992 citado por Garduño 1999), el estratovolcán Tancítaro tiene una edad comprendida de alrededor de 500 mil años que lo ubica como una estructura cuaternaria y más o menos reciente (cuadro 2).

Según Scattolin (1996), el parque nacional y sus alrededores presentan una serie de sistemas geológicos agrupados en un gran supersistema

denominado La Culebra perteneciente a su vez, al llamado Distrito Volcánico del Tancítaro (DVT). Los sistemas que lo comprenden son el de Zacándaro, el de Piedra del Horno y Nuevo San Juan Parangaricutiro.

El sistema geológico de Zacándaro es el sustrato más antiguo y está compuesto de rocas volcánicas producto de lavas andesíticas y basálticas (dos tipos de rocas muy comunes en México). Debido a su edad presentan estados avanzados de desgaste formando barrancos y cañadas profundas con fuertes pendientes. Estas condiciones, permiten en general que el escurrimiento de las aguas superficiales sea más intenso y rápido lo que da lugar a una infiltración menor. El predominio del escurrimiento sobre la infiltración aumenta los caudales momentáneamente en esta zona produciendo una rápida respuesta a la concentración de las aguas en las salidas de las cuencas. A pesar de lo anterior, la existencia de rocas como el basalto con características de alta porosidad permite también una rápida infiltración. En estos casos la infiltración aumenta disminuyendo el escurrimiento y por tanto, se incorpora más agua a los mantos freáticos.

El sistema Piedra del Horno se compone principalmente de rocas andesíticas y conforman prácticamente todo el macizo del Pico de Tancítaro. Este sistema, y por ende el Pico de Tancítaro, se formó a partir de sucesivas emanaciones de lava a través de miles de años. La altitud alcanzada por dichas emanaciones permitió la acción de los hielos producto de la última glaciación. Estos hielos actuaron sobre el relieve resultando de esta forma valles y laderas con influencia de la erosión glaciaria de la que se han hallado pruebas de su pasado existente (Lorenzo Vázquez comunicación personal).

El último y más reciente sistema de la región es el de Nuevo San Juan Parangaricutiro. Este sistema geológico se formó a partir del nacimiento de diversos volcanes monogenéticos y sus correspondientes emanaciones de lava (por lo general basáltica, aunque es frecuente encontrar lavas andesíticas). Es el relieve de montes y montañas más joven de la región y se caracteriza por haber dado origen al volcán más reciente de México: el Parícutín, cuya erupción se inicia en 1943 y termina en 1952. Este sistema es importante porque existen zonas con lavas basálticas muy recientes que permiten la infiltración de agua a los mantos acuíferos. Por ello su ubicación y su conservación, son fundamentales en la captura de agua para la alimentación de manantiales y para la oferta de agua del Tancítaro.

CUADRO 2. GEOLOGÍA DEL DISTRITO VOLCÁNICO DE TANCÍTARO, SEGÚN SCATTOLIN (1996).

UNIDAD SISTÉMICA						
SUPERSISTEMA	SISTEMA	UNIDAD LITOSOMÁTICA	ROCAS PREDOMINANTES	INTERVALO POSIBLE DE UBICACIÓN ESTRATIGRÁFICA	EDAD (M.A.)	
<i>La Culebra</i>	Nuevo San Juan Parangari-cutiro	Paricutín	Volcanes de lava y conos cineríticos.		1943 d.C.	
		La Escondida	Lavas y bloques andesítico-basálticas, andesíticas y productos volcánicos de tipo basáltico ricos en olivino			
		Zirimóndiro				
		Parástaco				
		Los Amoles				
		La Uva				
	Tumbiscatillo					
	Piedra del Horno	Tancítaro	Andesita porfírica y dacita escoriácea			0.55+0.06
	Zacándaro	La Sidra	Productos andesítico-basálticos			
	Formación Zumpimito					

RESULTADOS

El Sistema montañoso Tancítaro es la elevación más importante del estado de Michoacán y asiento del parque nacional del mismo nombre. Su variabilidad altitudinal es impresionante, pues sin considerar las zonas de la base de la montaña, denominadas piedemontes, las altitudes varían desde los 2,300 hasta los 3,860 msnm, es decir, hay una diferencia de 1,560 metros en un macizo cuyas distancias horizontales más grandes son de 24 km lineales.

Se identificaron cinco unidades de relieve principales subdivididas en 13 subunidades secundarias, 20 unidades de tercer orden y 24 de cuarto orden. Debido a la gran cantidad de clases obtenidas y con el objeto de mantener claridad en el análisis, únicamente se describen aquí las unidades de primero, segundo y tercer orden.

FORMAS DEL RELIEVE

ESTRATOVOLCÁN TANCÍTARO

El sistema Tancítaro comprende todas las laderas y cimas del estratovolcán que está compuesto, a su vez, por unidades lávicas dominantes de tipo andesítico. Debido a la configuración geomorfológica de éstas, el sistema se configura principalmente por la presencia de laderas con fuerte pendiente que va desde los 15° de inclinación hasta más de 30°. En ellas se presentan frecuentemente escarpes rocosos ubicados generalmente por encima de los 3,500 msnm. Las cimas que componen este macizo, en su mayor parte se describen como cimas agudas con presencia de procesos periglaciales cuando están por arriba de la cota de los 3,500 msnm y se circunscriben a las zonas más altas (figura 1).

Sin embargo, existen cimas a altitudes intermedias formadas por coladas lávicas más fluidas que formaron pequeñas mesetas donde se presentan procesos de erosión hídrica superficial por deforestación y cambio de uso del suelo.

Otra característica importante de esta unidad geomórfica es que las laderas presentan una configuración radial que genera a su vez diferentes grados de orientación de las mismas, definiendo así el establecimiento de distintas comunidades vegetales debido a condiciones también variables de humedad, exposición al sol y a formas específicas de las laderas (convexas, cóncavas y rectilíneas).

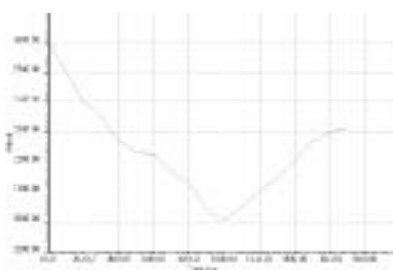
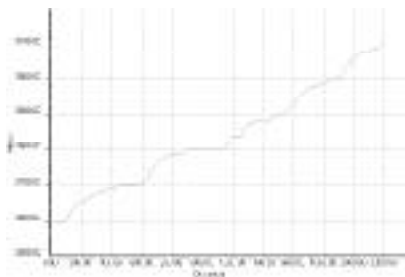
De la misma forma que en las cimas, los procesos varían desde elevadas altitudes (por encima de los 3,000 msnm), donde predominan los procesos periglaciales, de intemperismo físico y los procesos gravitacionales a altitudes intermedias y bajas donde son más importantes los procesos de tipo hídrico, movimientos en masa y procesos erosivos más relacionados con actividades agropecuarias (pérdida superficial del suelo, pie de vaca, etc.).

Otro elemento de este sistema lo constituye la existencia de dos tipos principales de valles cuya génesis está ligada a la presencia o ausencia de actividad glaciaria y periglaciaria en el pasado. Si bien Williams (1950) establece que no hubo glaciaciones en el Tancítaro, el estudio llevado a cabo permitió detectar y describir morrenas localizadas en las partes elevadas de los valles altos. Así, se encuentran valles con influencia glaciaria los que presentan circos de erosión, escarpes, escalonamientos y formas cóncavas correspondientes a ambientes periglaciales actuales y a formas derivadas de glaciares que actuaron hace unos 30,000 años (Vázquez comunicación personal), mientras que los llamados valles erosivos, presentan cauces en forma de «v» y procesos debidos principalmente a la actividad hídrica superficial combinada con el desarrollo de escalonamientos por compactación del suelo (figuras 2 y 3).

FIGURA 1. ROCAS ANDESÍTICAS «LAJEADAS» POR INFLUENCIA PERIGLACIARIA EN LA SUPERFICIE CUMBRAL DEL TANCÍTARO. AL FONDO, EL PICO DE TANCÍTARO A 3,860 MSNM. LA VEGETACIÓN DOMINANTE ES DE *PINUS HARTWEGII-FESTUCA TOLUCENSIS*



FIGURA 2. VALLE EN "V". EN LA LADERA IZQUIERDA SE OBSERVAN SURCOS DE EROSIÓN POR GRAVEDAD Y EN PRIMER PLANO, ANDESITAS AFECTADAS POR PROCESOS PERIGLACIARES



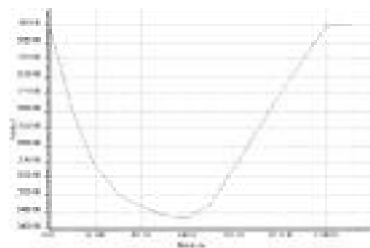
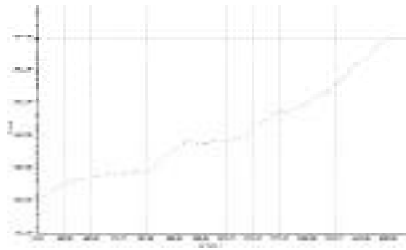
El bosque abierto es de *Pinus hartwegii* con pastos montanos. Los perfiles permiten una mejor apreciación de la configuración del relieve.

Un cuarto elemento de importancia son las laderas externas cuya inclinación tiende a ser menor (15° a 25°) que las de los valles erosivos por dinámica fluvial predominante ($>25^\circ$). Sin embargo, la diferencia fundamental es la exposición al sol, la predominancia de laderas rectas y los procesos de erosión laminar (figura 4).

ESTRUCTURAS VOLCÁNICAS MONOGENÉTICAS

Estas estructuras están constituidas por conos volcánicos (de escoria y cenizas, siendo estas últimas las más conspicuas) y domos lávicos. Su principal característica es la pendiente que presentan, ya que siempre es mayor a 200 de inclinación y una gran cantidad de dichas estructuras muestran pendientes muy superiores debido a su juventud y origen. Algunas de éstas estructuras han desarrollado valles originando barrancos

FIGURA 3. VALLE EN «U». LAS LADERAS SON PRONUNCIADAS CON FRECUENTES ESCARPES Y FORMA TENDIENTE A LA CONCAVIDAD AFECTADAS POR PROCESOS PERIGLACIARES



El bosque abierto es de *Pinus hartwegii*, en el fondo del valle se observan bosques cerrados de *Abies*, de *Pinus* y bosques mixtos de *Alnus-Pinus*. Los perfiles longitudinal y transversal permiten apreciar mejor la configuración del valle.

FIGURA 4. VISTA DE UNA LADERA EXTERNA DEL TANCÍTARO CUYA CARACTERÍSTICA ES SU MAYOR EXPOSICIÓN AL SOL Y UNA FUERTE PENDIENTE



Se aprecia perfectamente la estratificación de la vegetación de bosque abierto a bosque cerrado. En primer plano, cultivos anuales.

dispuestos radialmente desde el centro del cono debido a condiciones estructurales, pero acentuadas por la deforestación y el cambio de uso del suelo.

Desde el punto de vista espacial (de su distribución), estas estructuras son importantes porque marcan el rompimiento del paisaje conformando un rosario de elevaciones que rodean el estratovolcán y que seguramente son la clave que explica la actividad volcánica posterior al Tancítaro. Las estructuras mencionadas exhiben por otra parte, diferentes tipos de cimas: agudas o crestas de cráter, convexas o redondeadas, etcétera (figura 5).

FIGURA 5. ESTRUCTURA VOLCÁNICA MONOGENÉTICA TÍPICA



El edificio que se observa se denomina La Chimenea. Se caracteriza por su pronunciada pendiente y por lo general la vegetación es de bosques cerrados de coníferas y mixtos. En primer plano, cultivos de subsistencia.

Estos edificios volcánicos se distribuyen por debajo de los 3,000 msnm y se vuelven conspicuos hacia los 2,500 msnm, especialmente en el extremo oriental del parque nacional, donde su complejidad es mayor debido a que estas formas se mezclan con otras unidades mayores como los derrames lávicos, el piedemonte del Tancítaro y las planicies interlávicas.

DERRAMES LÁVICOS

Están formados por dos subunidades principales: los que forman mesas de lava y aquellos que se manifiestan como laderas de derrames lávicos. Las mesas lávicas son menos abundantes y más jóvenes, mientras que las

laderas de derrames lávicos generalmente son más antiguas y mucho más abundantes. Las mesetas lávicas evidencian procesos edafogenéticos más marcados y los derrames lávicos, especialmente los que se encuentran al sureste del Tancítaro (en la formación Zumpimito), presentan procesos de morfogénesis predominantes.

En el caso de las mesetas por coladas lávicas, las laderas por lo general son muy inclinadas y en ocasiones hasta abruptas (más de 30° de pendiente), con superficies cumbreles amplias y de escasa pendiente (menos de 8° de inclinación). Estas unidades son importantes porque algunos elementos son muy recientes dando como resultado zonas de captación de agua (áreas de malpaís).

Las laderas de derrames lávicos poseen pendientes mucho más bajas en lo general, e incluso forman lavas escalonadas donde se practica la agricultura de temporal y permanente. En las zonas más antiguas, como ya se mencionó se observan barrancos bien desarrollados e incluso profundos (figura 6).

FIGURA 6. LADERAS DE DERRAMES LÁVICOS EN TORNO AL CERRO PRIETO



Se aprecia una cobertura de bosque sumamente cerrada y en las laderas bajas el asentamiento de San Nicolás y cultivos anuales.

PIEDEMONTES

El piedemonte del Tancítaro ha sido considerado como una unidad de relieve principal tomando en consideración su tamaño y por su importancia en la manifestación de procesos morfoedafogenéticos. Esta uni-

dad se compone de dos subunidades de laderas denominadas piedemonte superior e inferior, discriminadas en función de la pendiente (siempre mayor en el piedemonte superior) y la expresión morfológica (figura 7).

FIGURA 7. PIEDEMONTES CON CULTIVOS ANUALES Y BOSQUE DE *ABIES* MUY ALTERADO



El piedemonte superior se distingue por tener una mayor inclinación ya que puede alcanzar los 15° de pendiente y por la existencia de barrancos bien desarrollados donde es posible apreciar las capas que lo formaron. Las paredes de estos barrancos suelen presentar inestabilidad, en especial donde la cobertura original ha desaparecido.

El piedemonte inferior corresponde claramente a procesos de acumulación aluvial y es un ambiente principalmente de deposición que se encuentra interrumpido en la ladera oriental del Tancítaro por la aparición de estructuras volcánicas posteriores a su formación. Lo anterior es importante ya que marca una serie de anomalías en la normalidad geomorfológica del paisaje que se reflejan en los ritmos de erosión, el establecimiento de la vegetación y en el balance hídrico.

PLANICIES

Se detectaron tres tipos de planicies en la zona de estudio: interlávica, aluvial y aluvial interlávica. Estas unidades acumulativas presentan en

algunas zonas (al noroeste y al norte) evidencias claras de erosión, especialmente en el caso de aquellas planicies formadas por cenizas, ya que el material que las forma es tan débil que resulta muy susceptible a la erosión hídrica. Por otra parte, la pendiente (menos de 8° de inclinación) favorece el establecimiento de la mayor parte de los cultivos agrícolas, lo que puede ocasionar el agotamiento de algunos suelos. Este tipo de fenómenos ya se observa por ejemplo en terrenos agrícolas cercanos a la población de Angahuan.

Con objeto de establecer diferencias entre el parque nacional y la región que lo circunda, se realizó un cruce de mapas (figuras 8 a y b, figuras 9 a y b). Lo primero que se puede observar es que las unidades geomórficas localizadas fuera del parque nacional tienen pendientes predominantemente bajas puesto que en dicha zona se localiza prácticamente toda la superficie de piedemonte y de planicies, incluyendo algunos conos volcánicos. También se encuentran en esta área denominada región del Tancítaro prácticamente todas las unidades que corresponden a superficies irregulares de derrames lávicos recientes. Estas unidades representan las geoformas más recientes del área y constituyen zonas de gran importancia hidrológica por el papel que desempeñan como unidades de recarga de acuíferos. Su importancia en este sentido es estratégica para la economía agrícola regional y para el balance hídrico general del paisaje. Todo esto es muy relevante porque esta configuración espacial de las unidades del relieve ha condicionado las actividades productivas y con ello, los ritmos y tendencias de degradación, haciéndolas esencialmente distintas a las del parque nacional.

En el parque nacional dominan las unidades con una mayor inclinación de las laderas. Por ello, los tipos de procesos erosivos son básicamente distintos a los que se suceden fuera del área natural protegida. Por ejemplo, los procesos periglaciales y los registros erosivos de la actividad glaciaria se presentan únicamente dentro de dicha área, mientras que en la región del Tancítaro se registran sobre todo procesos derivados de la actividad fluvial y pluvial.

El parque nacional se caracteriza, entonces por una mayor energía del relieve así como también por una mayor susceptibilidad a la erosión, lo que hace que el equilibrio morfopedológico sea más delicado y por tanto fácil de romper.

Como se observa en las figuras 9 a y b los valles erosivos de laderas escarpadas son dominantes, mientras las planicies tienen una menor representación.

FIGURA 8A. PORCENTAJE DE SUPERFICIE OCUPADA POR UNIDAD DE RELIEVE EN LA REGIÓN DEL TANCÍTARO

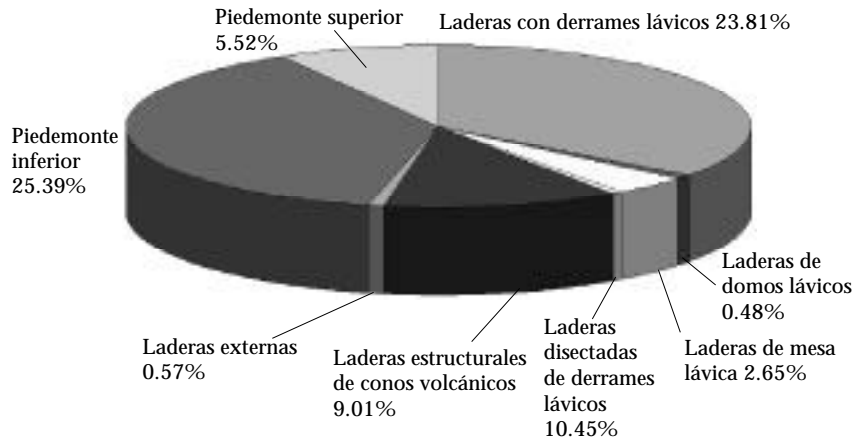


FIGURA 8B. PORCENTAJE DE SUPERFICIE OCUPADA POR UNIDAD DE RELIEVE EN LA REGIÓN DEL TANCÍTARO

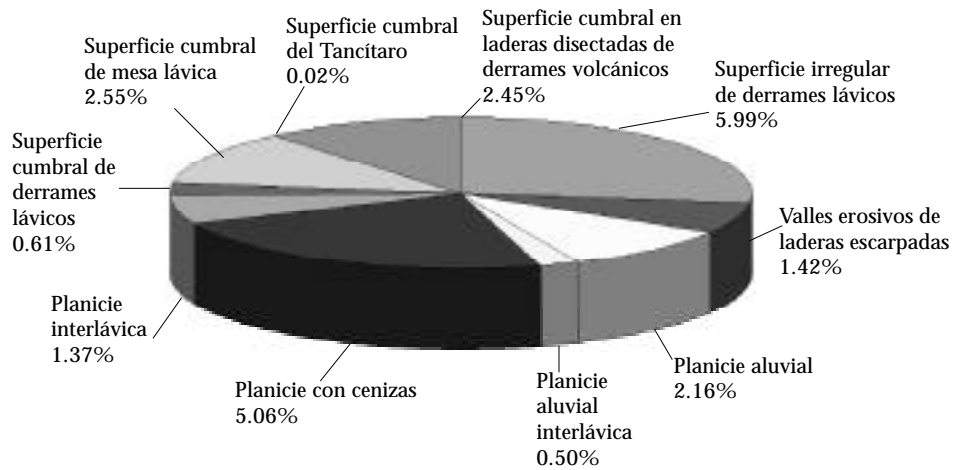


FIGURA 9A. PORCENTAJE DE SUPERFICIE OCUPADA POR UNIDAD DE RELIEVE EN EL PARQUE NACIONAL DE TANCÍTARO

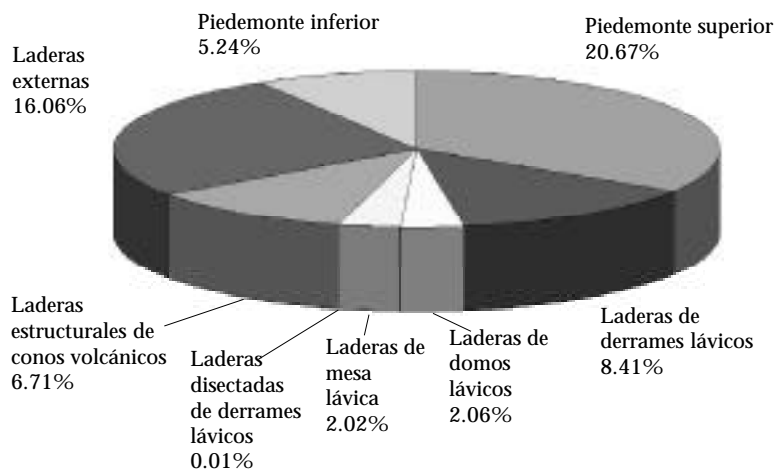
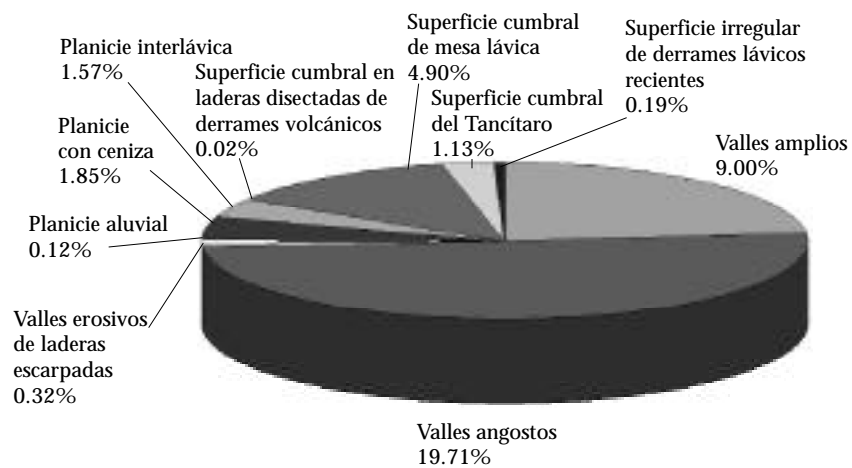


FIGURA 9B. PORCENTAJE DE SUPERFICIE OCUPADA POR UNIDAD DE RELIEVE EN EL PARQUE NACIONAL DE TANCÍTARO



CONCLUSIONES

La observación de estos procesos físicos del paisaje deja entrever diferencias que se reflejan no sólo en el desarrollo de los procesos ecológicos sino también en el de los procesos sociales de apropiación del medio y en el manejo mismo del recurso natural.

Entre las principales variaciones ecológicas están aquellas que tienen que ver con el establecimiento de comunidades vegetales adaptadas a condiciones específicamente montañosas, con pendientes abruptas y condiciones climáticas extremas. Un buen ejemplo son los bosques de *Abies* y los de *Pinus hartwegii*, así como el establecimiento de pastos submontanos, ejemplos todos de las zonas altas del Tancítaro, mientras que en las partes bajas predominan comunidades vegetales de bosques mixtos.

En relación con los procesos sociales, es evidente la diferencia entre las zonas altas y las bajas. En las primeras predominan las actividades forestales y en las segundas agrícolas, apareciendo también grandes asentamientos humanos debido a condiciones de pendiente y al desarrollo de suelos profundos.

La descripción de unidades del relieve puede, entonces, permitirnos comprender la dinámica del paisaje y la relación que guarda dicha dinámica con componentes complejos del mismo paisaje, como el antrópico.

El conocimiento del medio físico se vuelve, de esta forma, esencial para el desarrollo de comunidades y pueblos que desean llevar a cabo un buen manejo de sus recursos.

BIBLIOGRAFÍA

- Bocco G. y M. Mendoza 1999. Evaluación de los cambios de la cobertura vegetal y uso del suelo en Michoacán (1975-1995). Lineamientos para la ordenación ecológica de su territorio. Programa SIMORELOS-CONACYT. Informe Técnico. Departamento de Ecología de los Recursos Naturales, Instituto de Ecología, UNAM, Campus Morelia. Michoacán, México. 50 pp. más anexos.
- Bocco G., A. Velázquez, M. Mendoza, M. Torres y A. Torres 1996. Regionalización ecológica del estado de Michoacán de Ocampo. Informe Técnico elaborado para el Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAP). Centro de Ecología, UNAM, Departamento de Ecología de los Recursos Naturales (Unidad Académica Morelia). Morelia, Mich. 95 pp.
- Fuentes, J. J. 2000. Evaluación del deterioro en áreas naturales protegidas. Un enfoque geomorfológico. El caso del Parque Nacional Pico de Tancítaro,

- Michoacán. Tesis de maestría. Facultad de Filosofía y Letras, División de Estudios de Posgrado, UNAM.
- Garduño-Monroy, V.H., Corona Ch. P., Israde, A I., Menella L., Arreygye E., Bigioggero B. y Chiesa, S. 1999. *Carta geológica del estado de Michoacán, Escala 1:250,000*. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, Instituto de Investigación Metalúrgicas. Morelia, Mich. 111 pp.
- Goudie A., M. Anderson, T. Burt, J. Lewin, K. Richards, B. Whalley y P. Worsley 1981. *Geomorphological Techniques*. British Geomorphological Research Group. London. 395 pp.
- Rees, J. D. 1970. Paricutin Revisited: A review of Man's Attempts to adapt to Ecological Changes Resulting from Volcanic Catastrophe. *Geoforum* No. 4: 7-25.
- Scattolin M. 1996. Studio geológico e morfometrico del settore centro occidentale della Meseta Tarasca, Michoacán, Messico. Tesi di Laurea. Università degli Studi di Milano, Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. Milano, Italia. 136 pp.
- Seegerstrom K. 1950. Erosion Studies at Paricutín, State of Michoacán, México. Geologic Investigations in the Paricutín Area, México. *Geological Survey Bulletin*, 965-A. Washington, D.C. 164 pp.
- Van Zuidam, R. A. 1991. *El Sistema ITC para levantamientos geomorfológicos*. ITC Publication No. 10, Holanda, 89 pp.
- 1986. *Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping*. ITC, Smits Publishers, The Hague. 442 pp.
- Verstappen H. Th. 1983. *Applied Geomorphology. Geomorphological surveys for environmental development*. International Institute for Aerial Survey and Earth Science (ITC). Enschede, 437 pp.
- Williams H. 1950. Volcanoes of the Paricutin Region Mexico. Geologic Investigations in the Paricutin Area, Mexico. *Geological Survey Bulletin*, 965. United States Department of the Interior, Washington. 65-279 pp.

CINCO

El escenario paleoambiental de la región

Lorenzo Vázquez

INTRODUCCIÓN

El paisaje es resultado de los procesos que actúan hoy sobre la superficie terrestre, pero también de aquellos que operaron en el pasado y dejaron en él una huella más o menos duradera. Por ello el paisaje suele presentar rasgos heredados de periodos en que las condiciones ambientales eran diferentes a las actuales. Se trata de una entidad en continuo cambio donde los procesos activos (erosión, sedimentación, intemperismo, edafogénesis, sucesiones ecológicas, etc.) tienden a crear nuevas formas mediante la transformación de las heredadas de periodos anteriores. Las herencias casi siempre están presentes en mayor o menor grado en el paisaje y es necesario detectarlas si se quiere establecer con precisión el papel de los procesos hoy vigentes.

En el centro y norte de Michoacán, gran parte del relieve es producto de repetidas fases de vulcanismo y actividad tectónica, seguidas por una erosión gradual de los depósitos volcánicos y su depositación en el fondo de las cuencas. Aun si el vulcanismo es tan reciente como el del Parícutín, se trata de un fenómeno del pasado. En algunos casos ha creado formas de manera directa, tales como los conos volcánicos y en otros casos de manera indirecta, como las planicies de algunos lagos formados al bloquearse el drenaje por la formación de un edificio volcánico o un flujo de lava. Los movimientos tectónicos han contribuido a la construc-

ción del escenario territorial hoy visible, al segmentar el territorio en bloques de alturas variables. Lagos como los de Cuitzeo, Zacapu y Chapala son resultado del hundimiento relativo de los bloques tectónicos, con la consecuente obstrucción total o parcial del drenaje.

Si bien el vulcanismo y el tectonismo han jugado un papel fundamental en el desarrollo del paisaje del centro y norte de Michoacán, también han de tenerse en cuenta los fenómenos relacionados con la dinámica exógena, es decir, aquellos ligados al clima, los seres vivos y la acción humana. El clima y, de manera asociada, las comunidades bióticas han variado sustancialmente a lo largo del tiempo geológico. Algunos cambios climáticos operan a escalas de tiempo del orden de los cientos o decenas de miles de años. Tal es el caso de las etapas frías del periodo Cuaternario, genéricamente denominadas glaciaciones y que se alternan con fases interglaciales, ambas con duración de decenas de miles de años. Se sabe también de fluctuaciones climáticas pronunciadas que ocurren en lapsos de unos pocos miles de años, de algunos siglos e incluso de algunos decenios. En el extremo de esta escala se encuentran las fluctuaciones interanuales, por efecto de las cuales un año puede ser extremadamente seco y el siguiente marcadamente húmedo. A este último respecto en las últimas dos décadas se ha descubierto el impacto que el fenómeno de El Niño/Oscilación del Sur tiene en el clima global.

Las fluctuaciones climáticas han influido significativamente en el desarrollo de las civilizaciones a todas las escalas de tiempo. A su vez, las poblaciones humanas han sido un factor cada vez más importante en la conformación del paisaje en los últimos 5,000 años. Son raros los espacios de la superficie terrestre que a la fecha han escapado a la influencia antrópica, de modo tal que existen pocos paisajes realmente naturales en un sentido estricto. En mayor o menor medida, casi todos registran los efectos transformadores de la acción humana, que a menudo son desestabilizantes y destructivos.

El presente capítulo tiene como objetivos proporcionar una síntesis de la evolución ambiental del centro-occidente de México, con énfasis en el centro-norte de Michoacán, y presentar algunos resultados preliminares de investigaciones desarrolladas en el área del volcán Tancitaro y de los terrenos de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro. Por ambiente se entiende aquí lo relacionado con la dinámica exógena, es decir, la cadena clima-suelos-procesos geomórficos e hidrológicos-biota-impacto antrópico, si bien no debe soslayarse la influencia que han tenido los procesos endógenos (vulcanismo y tectonismo)

durante los últimos milenios. El clima es un componente fundamental pero no único del ambiente. En este sentido el concepto de paleoambiente es más amplio que el de paleoclima.

La sinopsis paleoambiental aquí presentada se limita fundamentalmente a los últimos 30,000 años, es decir, el final del Pleistoceno (que concluyó hace unos 10,000 años) y el Holoceno (últimos 10,000 años). Éste es el lapso del cual tenemos un conocimiento más profundo, pero al mismo tiempo es el periodo en el que el territorio fue afectado por los marcados cambios climáticos de la transición Pleistoceno-Holoceno, y a su vez, ocupado y transformado gradualmente por las comunidades humanas, sobre todo durante los últimos 3,000 años. La limitante fundamental de este trabajo, inherente a cualquier estudio paleoambiental, es la escasez de datos disponibles para reconstruir el pasado, los cuales resultan siempre fragmentarios y su interpretación compleja. Específicamente para la zona de San Juan la información paleoambiental es escasa, de manera que se recurre a investigaciones ya publicadas sobre otros sitios cercanos del centro-occidente de México, en especial los lagos de Pátzcuaro, Cuitzeo, Zacapu y algunos más.

Si bien los estudios ambientales tienen un interés científico por sí mismos, también resultan útiles cuando se estudia la distribución, el estado y el aprovechamiento de los recursos naturales de un lugar. La perspectiva histórico-reconstructiva de los estudios paleoambientales proporciona información útil para el mapeo geomorfológico y de suelos; para comprender el funcionamiento hidrológico de una zona; para explicar mejor ciertos aspectos de la localización y características de los recursos bióticos y en general para detectar y comprender mejor las tendencias de la evolución del medio ambiente.

SINOPSIS PALEOAMBIENTAL DEL CENTRO-OCCIDENTE DE MÉXICO

LOS REGISTROS DE LOS LAGOS

La mayor parte de la información paleoambiental del centro-occidente de México procede de las cuencas lacustres, sitios ideales para estudiar los cambios ambientales, ya que los sedimentos depositados en sus fondos registran características del ambiente del lago y sus alrededores. Cada capa de sedimento que se deposita en el fondo de un lago es producto de una combinación de eventos climático-geomorfológicos, donde se alma-

cena parte de la historia ambiental de la zona circundante. Mediante la perforación y extracción de columnas de sedimentos podemos tener acceso a este archivo de cambios ambientales. El estudio de los microfósiles (polen, diatomeas) que quedaron depositados junto con el sedimento, así como de las características sedimentológicas, químicas y magnéticas de los propios sedimentos, ha proporcionado información sobre las fluctuaciones de los niveles de los lagos del centro de México, del ambiente de las áreas circundantes y del clima regional. El polen permite reconstruir la composición aproximada de la vegetación circundante al lago, mientras que las diatomeas (algas microscópicas que viven en el cuerpo de agua) dan información sobre la profundidad del lago y las características del agua (temperatura, química). Las fluctuaciones ambientales que se infieren de una capa a otra pueden interpretarse como el resultado de cambios climáticos regionales, de movimientos tectónicos, de vulcanismo y en periodos recientes, de la acción humana (Israde Alcántara 1999). Los restos orgánicos que se depositan junto con los sedimentos minerales permiten conocer la edad de las distintas capas de sedimentos mediante fechamientos por el método del Carbono 14 o radiocarbono.

Los estudios realizados a la fecha en los lagos de las cuencas de México, alto Lerma, Cuitzeo, Pátzcuaro y Zacapu, principalmente, proporcionan una visión más o menos detallada de la historia ambiental del centro de México durante los últimos 30 mil años (O'Hara *et al.* 1994, Bradbury 2000, Metcalfe *et al.* 2000, Israde Alcántara *et al.* 2002). A continuación se presenta una reseña de esa historia.

Sabemos que hace más de 22,000 años tuvo lugar un periodo con niveles lacustres altos con climas relativamente fríos y húmedos. La situación cambió notoriamente en el periodo conocido como Máximo Glacial, llamado así porque los grandes casquetes de hielo de Norteamérica y Eurasia alcanzaron su máxima extensión, y que se extiende desde hace unos 22,000 a 15,000 años. Sabemos que en ese periodo toda la región en torno al Golfo de México y el Caribe, desde el centro de México hasta Colombia y Venezuela, pasando por Centroamérica y las Antillas, presentó climas bastante más fríos y más secos que los actuales (Farrera *et al.* 1999). Consecuentemente los niveles de los lagos del centro de México eran bajos (Metcalfe *et al.* 2000). Al parecer en ese lapso penetraba mucha menos humedad al interior del continente debido a la menor evaporación en los mares adyacentes, causada a su vez por las temperaturas más reducidas de las aguas oceánicas superficiales. Se ha estimado que en las zonas tropicales bajas de Norte y

Sudamérica llovía 50% menos que en la actualidad (Leyden 1985). Una estimación para el centro de México basada en las características de los depósitos aluviales del centro de Guanajuato indica que la precipitación era aproximadamente 40% menos que la actual (Frederick 1995).

Sin embargo, hay algunas evidencias, en particular provenientes del lago de Pátzcuaro, de que el centro-occidente de México tal vez se mantuvo húmedo incluso durante este periodo, gracias a la penetración de humedad en invierno desde el océano Pacífico asociada a vientos del oeste. Hoy en día este fenómeno ocurre sólo en latitudes más altas del continente (de Baja California hacia el norte), pero durante el Máximo Glacial tal vez se encontraba desplazado hacia el sur junto con toda la circulación general de la atmósfera (Bradbury 2000). De hecho, se sabe que en esa época el norte de México, hoy árido y semiárido, experimentó un clima mucho más húmedo.

Hacia el final del Pleistoceno (15,000 a 10,000 años antes del presente) las condiciones en el centro de México se tornaron ligeramente más húmedas, con algunos periodos secos intercalados. En general este lapso parece caracterizado por un clima en el que aumentaron gradualmente las temperaturas, mientras las condiciones de humedad eran muy fluctuantes, más bien secas, en consonancia con el oscilante clima de finales del Pleistoceno registrado en muchos lugares del mundo. Esto ocurrió en el centro de México como en la península de Yucatán y la región circuncaribe. En varias zonas del centro de México este periodo se caracterizó por una gran actividad volcánica que ocasionó importantes cambios ambientales locales asociados a la devastación del paisaje y la depositación de grandes volúmenes de sedimentos volcanoclásticos. En Cuitzeo y Zacapu los niveles fueron bajos e incluso los lagos desaparecieron por algunos periodos, mientras que en Pátzcuaro se mantuvieron relativamente estables y altos.

La transición Pleistoceno-Holoceno (10,000 años antes del presente) se caracteriza a nivel planetario por una reorganización de la circulación general de la atmósfera y del clima resultante, que desde entonces tienden hacia las condiciones actuales. En el centro de México durante este lapso (aproximadamente de 11,000 a 8,000 años antes del presente) las temperaturas aumentaron, pero prevalecieron condiciones secas y niveles lacustres bajos (Pátzcuaro y Zacapu) o lagos secos (Cuitzeo). Entre 8,000 y 6,000 años antes de nuestros días parece haber ocurrido un periodo húmedo en algunos lagos (Zacapu, Yuriria, Cuitzeo, y un poco antes en Pátzcuaro), pero el Holoceno medio (hace 6,000 a 4,000 años)

se caracteriza en todo el centro y centro-occidente del país por condiciones secas, en particular alrededor de 5,000 años antes del presente.

En varios sitios del centro-occidente se presentaron condiciones húmedas y lagos relativamente altos hace unos 3,000 años durante el periodo Preclásico, y condiciones algo más secas entre 3,000 y 2,000 años con un probable aumento de humedad hacia el final de este lapso (O'Hara *et al.* 1994, Bradbury 2000). Esto fue seguido por un periodo de creciente sequía que alcanzó su clímax entre 1,400 años y 1,000 años antes del presente, es decir, al final del periodo Clásico e inicios del Postclásico de las culturas precolombinas, desde el centro-occidente de México hasta la península de Yucatán. Es probable que las condiciones de sequía hayan influido en el colapso de las civilizaciones del periodo Clásico en toda esta vasta región. Condiciones más húmedas y niveles lacustres más altos retornaron hace unos 850 años (O'Hara *et al.* 1994), aunque las evidencias del lago de Cuitzeo sugieren que en los últimos 1,000 años ha ocurrido una tendencia hacia una mayor sequía (Israde Alcántara *et al.* 2002).

Para los últimos miles de años la interpretación de los cambios climáticos por medio de sedimentos lacustres se complica debido a la creciente influencia de las comunidades humanas, sobre todo durante los últimos 3,000 años. La introducción de la agricultura en la región centro-occidente se registra por la presencia de polen de maíz en el lago de Pátzcuaro hace unos 4,000 años (Bradbury 2000). Asimismo, la deforestación y los incendios asociados a la expansión de la agricultura ocasionaron un incremento de la erosión, que se evidencia en un aumento de la sedimentación en los lagos. Así, en diversos lagos del centro-occidente de México, incluyendo Zacapu, la Piscina de Yuriria y Pátzcuaro, se han encontrado evidencias de tres periodos de erosión acelerada de origen antrópico: el primero, ocurrido hace 3,600 a 3,100 años estaría relacionado con el inicio del cultivo de maíz bajo un clima húmedo; el segundo, más severo, 2,500 a 1,200 años al parecer se vincula con el desarrollo de las civilizaciones del Preclásico Tardío y el Clásico Temprano durante una fase relativamente seca; y el tercero, que dio inicio hace unos 850 años y llega hasta hoy, es el más severo de todos (O'Hara *et al.* 1993, 1994).

Si bien el impacto antrópico en el medio ambiente es innegable, aún es tema de debate el papel relativo que han desempeñado los cambios climáticos, los eventos geológicos (sismos, deslizamientos, vulcanismo) y las comunidades humanas en las distintas fases de erosión-sedimentación registradas en las cuencas lacustres del centro-occidente de México.

En particular, se ha debatido si la perturbación del paisaje y la erosión acelerada ocurrieron desde tiempos prehispánicos o bien se iniciaron con las prácticas agrícolas y pastoriles introducidas por los españoles a raíz de la conquista. Al margen de generalizaciones simplistas en uno u otro sentido, existe clara evidencia de fases de perturbación y degradación antrópica del paisaje en tiempos prehispánicos en Mesoamérica, incluyendo la zona objeto de esta sinopsis, así como fases similares durante tiempos coloniales. Una revisión reciente y pormenorizada del tema reconoce el impacto de las sociedades prehispánicas en el medio ambiente, lo mismo que las perturbaciones introducidas a partir de la conquista (ver Whitmore y Turner 2001). En cualquier caso, las evidencias existentes sugieren que la degradación ambiental está mucho más vinculada con la acción humana que con los cambios climáticos, si bien éstos últimos también pueden haber contribuido.

LOS REGISTROS DE LAS MONTAÑAS

Los estudios de los sedimentos lacustres arrojan datos principalmente sobre las fluctuaciones de la humedad a lo largo del tiempo. En las altas montañas, en cambio, es posible obtener información sobre cambios ambientales primordialmente asociados a cambios de temperatura. Durante las fases frías del Pleistoceno el clima de las altas montañas se tornó suficientemente frío para favorecer la precipitación en forma de nieve, así como la preservación y acumulación de ésta a lo largo de años, décadas y siglos. Mediante la compactación y recristalización, estos paquetes de nieve se transformaron en hielo y comenzaron a moverse por gravedad ladera abajo. Tales masas en movimiento de varias decenas de espesor se denominan glaciares. Aunque al cabo de cierto tiempo el calentamiento del clima ocasiona la fusión del hielo, en las laderas de las montañas quedan huellas de su presencia. Por un lado, se presentan promontorios rocosos modelados por el paso del glaciar, cuya superficie muestra pulimento y acanaladuras producto de la fuerza erosiva del hielo en movimiento; y por otro lado, los depósitos de sedimentos masivos y caóticos arrastrados por el glaciar y acumulados en sus márgenes, llamados morrenas, que permiten reconstruir los límites de las masas de hielo.

Las evidencias geomorfológicas y estratigráficas indican que en las montañas del centro de México con más de 3,500 m de altitud tuvieron lugar varias etapas de formación y desaparición de glaciares. Específicamente para el volcán Iztaccíhuatl (5,286 m), donde se conoce mejor la

cronología de las fases de glaciación y desglaciación y donde hoy en día aún existen pequeños glaciares en las cimas, sabemos que durante los últimos 20,000 años ocurrieron cinco fases de avance de los hielos: de 20,000 a 17,500; de 17,000 a 14,000, de 12,000 a 10,000; de 8,300 a 7,000, y de hace 500 a 100 años antes del presente (Vázquez Selem y Phillips 1998). Debido a que en este periodo la tendencia general ha sido hacia el calentamiento gradual del clima, cada una de estas fases de glaciación ha sido menos intensa que la precedente. En otras palabras, los glaciares de una fase determinada alcanzaron cotas más bajas que los de la fase subsiguiente. Por lo mismo, en montañas más bajas que el Iztaccihuatl (por ejemplo < 4,000 m) no se formaron glaciares durante las fases más recientes, ya que el clima no era lo suficientemente frío para permitir la acumulación de nieve en sus cimas.

En el centro del estado de Michoacán se encuentra el volcán Tancítaro (3,842 msnm), una de las montañas más altas de México. El Tancítaro se formó hace varios millones de años pero tuvo fases de reactivación hace unos 500,000 años y tal vez hace menos de 10,000 años (Garduño Monroy 1999), y está rodeado por decenas de volcanes más pequeños formados en los últimos miles de años. El más reciente de ellos, el Parícutín, está situado en la falda nororiental del Tancítaro y se desarrolló entre los años 1943 y 1952.

El Tancítaro hoy en día está cubierto por bosque hasta sus cimas y sólo ocasionalmente recibe nevadas durante los meses invernales. Sin embargo, presenta claras huellas de glaciación en forma de valles con perfil transversal en forma de U y perfil longitudinal escalonado; cabecezas de valle en forma de anfiteatro (circos) limitadas por crestas agudas y espolones formados por depósito glacial o morrenas en la parte inferior de los valles. Investigaciones en curso del autor han revelado una fase intensa de glaciación en esta montaña. Durante ella los glaciares en los valles principales probablemente alcanzaron hasta cerca de 100 metros de espesor y descendieron hasta una altitud aproximada de 3,100 a 3,200 msnm, formando morrenas de unos 40 m de espesor.

A partir de la reconstrucción preliminar de tres glaciares en el volcán Tancítaro se puede inferir que en esa época la línea de las nieves permanentes (o sea la isoterma de 0 °C) se encontraba alrededor de los 3,400 m de altitud, es decir unos 1,600 m por debajo de la línea de las nieves actuales en el centro de México. Esto es indicativo de un enorme enfriamiento durante el periodo en cuestión, específicamente un descenso de la temperatura media durante el verano (y en general durante el año) del

orden de 9.5 °C con respecto a la actual. Es de interés evaluar el tremendo impacto que debió tener aquel enfriamiento en el paisaje regional y no sólo en la montaña en cuestión, ya que se trata de un fenómeno climático de alcance planetario y no meramente local.

Un par de fechamientos de rocas por medio de la técnica de Cloro 36 indica que los glaciares de esta fase se fundieron significativamente hace unos 17,000 años. Con base en la altitud y aspecto de las geoformas glaciales, en la magnitud del enfriamiento inferido a partir de la reconstrucción de los glaciares, y en los fechamientos mencionados, es posible correlacionar esta fase de glaciación con la ocurrida en el Iztaccíhuatl entre 20,000 y 17,500 años antes del presente y que corresponde en tiempo con el Máximo glacial planetario, o sea con la fase más fría de los últimos 30,000 años.

No se han encontrado en el Tancítaro evidencias de una glaciación más reciente que 17,000 años (con la posible excepción de un grupo de morrenas que alcanza los 3,250 m en el valle de La Culebra, en el sector NW). Aparentemente la altitud de la montaña no fue suficiente para permitir la formación de glaciares en periodos posteriores. Sin embargo, por arriba de 3,500 m debieron prevalecer condiciones muy frías, de páramo alpino, con abundancia de nieve, hasta hace al menos 10,000 años. Una comparación con el Iztaccíhuatl permite suponer que la vegetación de bosque se estableció en las partes más altas de la montaña hace menos de 8,000 años. Asimismo, se puede conjeturar que las fluctuaciones climáticas registradas en otras montañas y en los lagos del centro de México durante los últimos miles de años también se manifestaron en el Tancítaro, si bien son necesarias más investigaciones para corroborarlo. Es muy posible, por ejemplo, que durante la fase conocida a nivel planetario como la Pequeña edad glacial (siglos XVI a XIX) y que se caracterizó en muchas zonas montañosas por el avance de los glaciares y en general en todo el mundo por temperaturas más frías, el Tancítaro haya experimentado condiciones más frías que las actuales, con mayor incidencia de heladas y nevadas frecuentes durante la mitad fría del año. Igualmente, es posible que la composición de la vegetación haya variado de manera importante en los últimos siglos en la montaña, en razón de las fluctuaciones de la temperatura y la lluvia.

LOS REGISTROS HISTÓRICOS

Los archivos y otras fuentes históricas proporcionan evidencias documentales de fluctuaciones climáticas y cambios ambientales durante los

últimos 600 años. El final del periodo prehispánico (1345-1521) y el inicio de la Colonia parecen haber sido relativamente húmedos, como indica, entre otras fuentes, una reconstrucción de los niveles del lago de Pátzcuaro (O'Hara y Metcalfe 1995). En cambio, desde mediados del siglo XVI, y en coincidencia con la Pequeña edad glacial, el clima del centro de México se ha caracterizado por condiciones secas con breves periodos de mayor humedad. La sequía fue especialmente pronunciada en la segunda mitad del siglo XVIII y las décadas finales del siglo XIX, mientras que el siglo XX fue ligeramente más húmedo. El registro del lago de Pátzcuaro indica condiciones húmedas durante el siglo XVI; un descenso gradual de la humedad que inicia hacia 1620 y culmina por 1750; un periodo algo más húmedo entre 1755 y 1765; nuevamente una tendencia hacia condiciones más secas que culminan en los años 1850 y otro periodo seco a mediados del siglo XX.

En relación con la degradación ambiental, una interpretación de los archivos coloniales de Michoacán sugiere que había condiciones de degradación severa (deforestación, suelos erosionados) antes de la llegada de los españoles en sitios como Pátzcuaro y Cuitzeo (Endfield y O'Hara 1999). Ese mismo estudio no encuentra evidencia de que la llegada de los españoles haya tenido un impacto negativo inmediato en el ambiente, si bien esto puede deberse a la reducción en la intensidad en el uso del suelo asociada al colapso de la población indígena a principios de la Colonia. En cambio, sí se encuentra evidencia de degradación en la segunda mitad del siglo XVIII, posiblemente una combinación de causas sociales (recuperación de la población india, que es empujada hacia zonas marginales, de tierras frágiles, en virtud de la monopolización de los recursos por las haciendas) y naturales (clima progresivamente más seco).

IMPACTO DEL VULCANISMO

La historia volcánica del centro-norte de Michoacán es larga y compleja, y en gran medida apenas conocida. Destaca por supuesto la erupción del Parícutín ocurrida entre 1943 y 1952, que fue estudiada en detalle desde sus fases iniciales hasta el periodo posteruptivo, pero en la zona hay decenas de volcanes similares aún no estudiados. De hecho, la porción centro y norte de Michoacán se encuentra dentro del llamado Campo volcánico Michoacán-Guanajuato, de edad pliocuaternaria, que cuenta con más de 1,000 aparatos volcánicos entre los que predominan los conos monogenéticos de escoria y ceniza (Garduño Monroy 1999).

Datos preliminares del autor, apoyados en fechamientos de Carbono 14 señalan que entre 11,200 y 8,400 años se desarrollaron suelos orgánicos en las laderas del Tancítaro por debajo de los 3,500 m. Durante ese lapso hubo condiciones ambientales de relativa estabilidad, al parecer bajo un clima húmedo con vegetación abundante, y no se presentaron erupciones volcánicas significativas en el área. Hace 8,400 años ocurrió una erupción explosiva en alguno de los pequeños volcanes cercanos al Tancítaro, presumiblemente al oriente del mismo. Como resultado, al menos las partes nororiental y oriental de la montaña, incluyendo el área de la cima, quedaron cubiertas por cenizas (arenas de color gris, laminada y compacta), que alcanzaron aproximadamente 0.5 metros de espesor en el NE y más de un metro en el E. Esta erupción debió tener un efecto devastador sobre los suelos (que quedaron sepultados) y la biota de la montaña. Cubriendo a esta ceniza gris laminada se encuentra una ceniza (o una serie de varias cenizas de diferentes erupciones) de color amarillo pálido que en las laderas del Tancítaro alcanza más de un metro de espesor y que parece tener una amplia distribución como material parental de los suelos en buena parte del área de la CINSJP. A su vez, estas cenizas amarillas (y el suelo que se desarrolla en su superficie) están cubiertas en muchos sitios por un espesor variable de cenizas gris oscuro producidas por el Parícutín.

La erupción del Parícutín (1943-1952) representa el evento catastrófico más reciente de la zona. El cono de ceniza y escoria de más de 400 m de altura (sobre la superficie original) y los cerca de 700 millones de metros cúbicos de lava que se esparcieron sobre un área de 25 km² en torno al volcán, sepultando entre otros al poblado de San Juan Parangaricutiro, constituyen el impacto más marcado y duradero en el paisaje. Sin embargo, en torno a esta zona de devastación absoluta también hubo abundantes emisiones de ceniza que afectaron significativamente varios cientos de kilómetros cuadrados. En un radio de 3 km en torno al cono cayeron entre dos y tres metros de ceniza, mientras que en un radio de ocho km cayeron entre 0.25 y 0.5 metros de cenizas. Las laderas del Tancítaro, ubicado al SW del Parícutín, recibieron entre un metro y 0.25 cm, según su distancia al punto de emisión. Observaciones hechas durante la erupción indican que en sitios aledaños a la cima del Tancítaro la ceniza fue lavada al poco tiempo de caer (Eggler 1959), y que en otros sitios ha sido removilizada en grandes cantidades en los lustros subsiguientes a la erupción (Inbar *et al.* 1993, Legorreta Paulín 1999). Los flujos de lava obstruyeron y desviaron los arroyos de la zona.

Las cenizas fueron fácil presa de la erosión hídrica y fueron transportadas hasta los sitios donde los arroyos quedaron represados por la lava, formándose llanos de acumulación que pocos años después comenzaron a ser cultivados. Las tasas de erosión alcanzaron un máximo (tres a cuatro órdenes de magnitud más altos que lo normal) durante los primeros dos años de la erupción y se redujeron gradualmente en años subsiguientes, pero hacia 1990 se encontraban todavía alrededor de 50% por encima de lo normal (Inbar *et al.* 1993). Esto significa que medio siglo después de concluida la actividad volcánica aún no se alcanza un equilibrio geomórfico en la zona afectada.

La erupción tuvo un impacto devastador sobre la vegetación. En 1946, luego de tres años de actividad, cuando ya había sido emitido cerca del 80% de la ceniza, las zonas con espesores de cenizas de 1.5 m o más (radio de hasta 3 a 6 km alrededor del cono) presentaban muerte en casi el total de la vegetación (eliminando la mayoría de las especies de todos los tamaños); las zonas con espesores de 0.5 a 1.0 m (radio de hasta 5 a 7 km) mostraban sobrevivencia parcial (árboles dañados, muerte de arbustos y hierbas); y las zonas con espesores de 0.15 a 0.5 m (radio de hasta unos 8-13 km) dejaban ver daño ligero a árboles y supervivencia parcial de arbustos y hierbas (Eggler 1959, Reeves 1979).

En general en toda la zona aledaña al Parícutín la capa de cenizas constituye el material parental de los suelos actuales. Cuando el espesor de dicha capa excedió varios decímetros, el suelo anterior quedó sepultado y fosilizado, pero cuando el espesor fue menor las cenizas se incorporaron al suelo preexistente. Hoy en día, en sitios perturbados de las laderas del Tancítaro se observa que las cenizas del Parícutín están sujetas a una erosión intensa, en especial luego de los incendios que afectan episódicamente al sotobosque.

COMENTARIOS FINALES

En el centro-occidente de México ha sido un periodo de marcados cambios ambientales, en consonancia con lo ocurrido en otras zonas de nuestro país los últimos 30,000 años y del mundo. A la tendencia general al calentamiento gradual que se observa en los últimos 20,000 años, se sobreponen fluctuaciones menores, con duración de uno o dos milenios, tanto en la temperatura como en la precipitación. Las evidencias tanto de los lagos como de las montañas indican que el llamado Máximo glacial planetario (hace unos 20,000 años) estuvo caracterizado en el centro

de México por condiciones secas y frías, con lagos bajos y glaciares en las montañas, incluyendo el volcán Tancítaro. Siguió climas gradualmente más cálidos con precipitación fluctuante en los últimos milenios del Pleistoceno. A inicios del Holoceno se establecieron los climas templados que hoy conocemos. Desde entonces los cambios más significativos han estado relacionados con variaciones en la precipitación. Al respecto destacan los periodos secos de hace 6,000 a 4,000 años, de hace 1,400 a 1,000 años (fines del Clásico e inicios del Postclásico de las culturas locales) y las fases secas de la segunda mitad del siglo XVIII y mediados del XIX. Sin embargo, son las perturbaciones de origen antrópico las que han marcado los cambios fundamentales en el paisaje del centro-occidente de México durante los últimos 4,000 años, si bien es cierto que dichas alteraciones pueden haberse agudizado cuando coincidían con una tendencia hacia las condiciones más secas (por ejemplo, en la transición del Clásico al Postclásico, o durante los últimos mil años). Un episodio de inestabilidad marcada que escapa a esta generalización es la erupción del Parícutín entre 1943 y 1952. Sin embargo, dada la presencia de un vasto campo de volcanes monogenéticos muy recientes (algunos con actividad histórica) en el centro-norte de Michoacán, donde este tipo de eventos debe ser visto como normal en la evolución del paisaje de la región.

Tenemos ya una idea aproximada de la evolución ambiental del centro-occidente de México a escala regional. Sin embargo, queda por evaluar el papel que las perturbaciones climáticas, volcánicas y antrópicas han jugado en los ambientes locales, por medio de estudios geológicos, geomorfológicos, paleoecológicos y arqueológicos detallados.

BIBLIOGRAFÍA

- Bradbury, J. P. 2000. Limnologic history of Lago de Pátzcuaro, Michoacán, Mexico for the past 48,000 years: impacts of climate and man. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 163: 69-95.
- Eggler, W. A. 1959. Plants life of Parícutín volcano, Mexico, eight years after activity ceased. *The American Midland Naturalist* 69: 38-69.
- Endfield, G. H. y O'Hara, S. L. 1999. Degradation, drought, and dissent: an environmental history of colonial Michoacán, West central Mexico. *Annals of the Association of American Geographers* 89: 402-419.
- Farrera, I., Harrison, S. P., Prentice, I. C., Ramstein, G., Guiot, J., Bartlein, P. J., Bonnefille, R., Bush, M., Cramer, W., von Grafenstein, E., Holmgren, K.,

- Hooghiemstra, H., Hope, G., Jolly, D., Lauritzen, S.-E., Ono, Y., Pinot, S., Stute, M. y Yu, G. 1999. Tropical climates at the Last Glacial Maximum: a new synthesis of terrestrial palaeoclimate data. I. Vegetation, lake-levels and geochemistry. *Climate Dynamics* 15:823-856.
- Frederick, C. D. 1995. Fluvial response to Late Quaternary climate change and land use in central Mexico. Tesis de Doctorado, The University of Texas at Austin, 304 pp.
- Garduño Monroy, V. H. 1999. El vulcanismo del Mioceno-Pliocuatnario de Michoacán. En: *Carta Geológica de Michoacán escala 1:250,000*. P. Corona-Chávez e I. Israde-Alcántara (eds.). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, pp. 27-45.
- Inbar, M., Lugo-Hubp, J. y Villers-Ruiz, L. 1993. The geomorphological evolution of the Paricutin cone and lava flows, Mexico, 1943-1990. *Geomorphology* 9: 57-76.
- Israde Alcántara, I. 1999. Los lagos volcánicos y tectónicos de Michoacán. En: *Carta Geológica de Michoacán escala 1:250 000*. P. Corona-Chávez e I. Israde-Alcántara (eds.). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, pp. 46-74.
- Israde Alcántara, I. Garduño-Monroy, V. H. y Ortega Murillo, R. 2002. Paleambiente lacustre del Cuaternario tardío en el centro del lago Cuitzeo. *Hidrobiológica* 12: 61-78.
- Legorreta Paulín, G. 1999. Procesos geomorfológicos en el volcán Paricutín. Tesis de Maestría, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México. 195 pp.
- Leyden, B. W. 1985. Late Quaternary aridity and Holocene moisture fluctuations in lake Valencia basin, Venezuela. *Ecology* 66: 1279-1295.
- Metcalf, S. E., O'Hara S. L., Caballero M. y Davies, S. J. 2000. Records of Late Pleistocene-Holocene climatic change in Mexico a review. *Quaternary Science Reviews* 19: 699-721.
- O'Hara, S., Street-Perrot, F. A. y Burt, T. P. 1993. Accelerated soil erosion around a Mexican highland lake caused by prehispanic agriculture. *Nature* 362: 48-51.
- O'Hara, S. L., Metcalfe, S. E. y Street-Perrot, F. A. 1994. On the arid margin: the relationship between climate, humans and the environment. A review of evidence from the highlands of central Mexico. *Chemosphere* 29: 965-981.
- O'Hara, S. L. y S. E. Metcalfe 1995. Reconstructing the climate record of Mexico from historical records. *The Holocene* 5: 485-490.
- Rees, D. J. 1979. Effects of the eruption of Paricutin volcano on landforms, vegetation and human occupancy. En: *Volcanic activity and human ecology*.

- P. D. Sheets, y D. K. Grayson (eds.). Academic Press, New York, pp. 249-291.
- Vázquez-Selem, L. y Phillips, F. M. 1998. Glacial chronology of Iztaccihuatl volcano, central Mexico, based on cosmogenic ^{36}Cl exposure ages and tephrochronology. En: American Quaternary Association. Program and Abstracts of the 15th Biennial Meeting, Puerto Vallarta, Mexico, 174 pp.
- Whitmore, T. M., y Turner, B. L. 2001. *Cultivated landscapes of Middle America on the eve of the conquest*. Oxford University Press, Oxford, 311 pp.

SEIS

El agua: dinámica y análisis regional

Jesús Fuentes y Gerardo Bocco

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas actuales más importantes es el del agua, asunto mundial que estará marcado por la disponibilidad, calidad y la vulnerabilidad de cada país para enfrentar los retos que esto supone (Kulshreshtha 1998, McIntosh 2001, Vaux 2002). El agua es un recurso vital para la humanidad y, por lo tanto, también fuente de conflictos de la era moderna (Ortiz *et al.* 1998, Herrera 2000).

En México el problema del agua según la Comisión Nacional del Agua (CNA 2002), la presión sobre el recurso hídrico en la mayor parte del país va de media-fuerte a fuerte;¹ mientras que, por otro lado, la disponibilidad de agua actualmente asciende a 4,841 m³/hab. Las cifras muestran un panorama difícil de resolver en donde el manejo del agua debería involucrar aspectos relacionados con su vulnerabilidad, entendida como el daño potencial al abasto y/o disponibilidad, enfocados a una mejor administración de este recurso.

Para el caso de Michoacán, la CNA clasifica a la región del Balsas con una presión media-fuerte de su recurso hídrico y con una disponibilidad natural base media per cápita de 2,844 m³; es decir, poco más de la mitad del promedio nacional.

Según la misma fuente (citada en INEGI-SEMARNAP 1997), Michoacán comparte con los estados vecinos las regiones hidrológicas de los siste-

mas Armería-Coahuayana, Lerma-Santiago, Costa de Michoacán, Balsas y Costa Grande. De éstos, una de las cuencas de mayor relevancia por su extensión y significado, tanto socioeconómico como ambiental en el ámbito nacional y estatal, es la del río Balsas, a la cual pertenecen, tanto el Pico de Tancitaro como la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro.

Desde la perspectiva del recurso hídrico, el Pico de Tancitaro constituye la base para el desarrollo de por lo menos 40,000 habitantes en 82 poblaciones y comunidades que se dedican al cultivo de aguacate, durazno, manzana, pera, agricultura de temporal y ganadería extensiva. La producción de aguacate de exportación en esta zona es la más importante del país y se le conoce como el corredor aguacatero de Uruapan (Torres y Bocco 1999). La característica primordial de estos cultivos es la de tener grandes requerimientos de agua para riego como para fumigación. Por otra parte, hay que agregar la demanda de los cultivos anuales de riego y las necesidades industriales y domésticas de ciudades pequeñas como la de Nuevo San Juan.

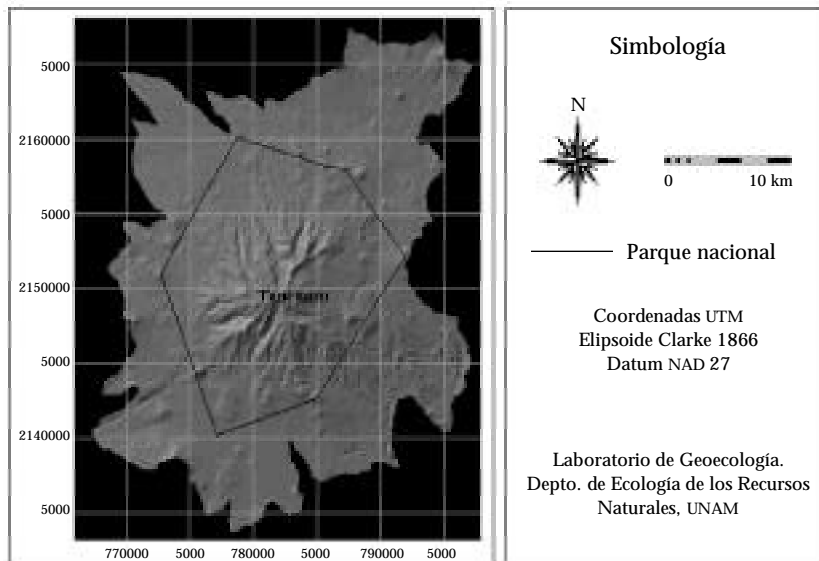
Siendo el Tancitaro y sus alrededores de gran valor hidrológico y donde el recurso agua es estratégico para la región, resulta muy importante conocer la problemática regional desde el punto de vista de la dinámica socioambiental de este vital líquido.

Los problemas del agua se relacionan no sólo con las condiciones naturales (oferta) y sociales (demanda), sino con la dinámica social que condiciona el acceso y manejo del recurso (Ávila 1996) de la cual, la CINSJP no escapa, con la particularidad de que debe su abasto de agua a la riqueza hidrológica e hidrográfica del Pico de Tancitaro.

Como se mencionó en el capítulo anterior, el Pico de Tancitaro es un estratovolcán formado por sucesivas erupciones que originaron sus laderas, montes y valles ocupando un área total de 667.9 km² (figura 1).

Formando parte de dicha estructura se encuentra el Parque Nacional Pico de Tancitaro, establecido en 1940 por decreto del entonces presidente de México Lázaro Cárdenas, con la idea de conservar los bosques y animales, fundamentada sobre todo en las fuentes de agua del lugar.² Desde entonces la importancia hidrológica del Tancitaro se ha reconocido como algo fundamental, aunada a la riqueza biológica que tiene el macizo volcánico y que se refleja en el reconocimiento que tiene la zona como área prioritaria terrestre y como área de importancia para las aves (Arriaga *et al.* 2000).

FIGURA 1. RELIEVE SOMBREADO DEL PICO DE TANCÍTARO



La configuración de los límites corresponde a la forma de las cuencas.

Por otra parte, desde el punto de vista social, la región del Tancítaro se distingue también por la coexistencia entre comunidades indígenas y poblaciones de mestizos. Estos grupos comparten los recursos que proporciona el Tancítaro, pero cada cual con sus formas de organización y de apropiación del paisaje (Garibay y Bocco 2000).

En relación con el estudio del recurso hídrico en el Tancítaro existen diversos problemas entre los que destacan la falta de datos cuantitativos o los de carácter social y político que impiden el correcto manejo y la conservación del agua en el mediano plazo (Fuentes 2000). De cómo establezcan las prioridades de solución de tales problemas dependerá en gran medida el éxito en el manejo del recurso hídrico en la región del Tancítaro.

Este capítulo presenta un panorama regional del Pico de Tancítaro desde el punto de vista hidrográfico y de las relaciones de esta materia con la vegetación, el suelo y la geomorfología, aplicando un criterio integral también denominado «del paisaje» o geoecológico.

RELACIONES HIDROGRÁFICAS DE LOS COMPONENTES DEL PAISAJE

GEOMORFOLOGÍA

Aunque la geomorfología de la región se discute en otro capítulo del presente libro, aquí nos interesa mencionar las unidades geomórficas o del relieve más importantes así como las características relevantes para la hidrología, esto es, el tipo de relieve, su altura y pendiente además de la influencia que tienen dichos elementos en la oferta hídrica.

El cuadro 1 muestra las relaciones hídricas de cada unidad del relieve e indica si la unidad de relieve corresponde a zonas de recarga o surgencia, si es una unidad que permite la distribución del flujo de agua, etc. También nos muestra los procesos erosivos que son más frecuentes en la unidad de relieve o que pudieran estar presentes y por último el grado de infiltración potencial que tendría cada unidad de relieve.

El Tancítaro puede dividirse en tres subunidades básicas para su análisis: cimas, laderas y valles. Las cimas poseen un carácter eminentemente secundario desde el punto de vista hidrológico ya que son superficies muy pequeñas que funcionan más como vectores que distribuyen el agua de lluvia a una u otra cuenca. En cambio, las laderas tienen importancia hidrológica debido a que poseen alto grado de inclinación (más de 20°) lo que facilita el escurrimiento del agua de lluvia y su concentración en los cauces. El incremento de la erosión en áreas desprovistas de vegetación ha provocado la disminución de la infiltración. Por otra parte, los valles constituyen los conductos naturales del agua y su organización en redes de drenaje permite su captación en forma eficiente ayudando así a la recarga de los acuíferos. En general este sistema es una zona muy importante de recarga y distribución del agua de lluvia.

Dentro de las laderas, otra unidad de importancia son las estructuras volcánicas monogenéticas, que incluyen las laderas de conos y domos volcánicos. Sus laderas rectas e inclinadas contribuyen al escurrimiento del agua de lluvia y a la incorporación rápida de dicho aporte a las zonas más bajas. Debido a la alta pendiente de sus laderas, generalmente son unidades geomorfológicas con excelente cobertura forestal lo que permite el nacimiento de manantiales pequeños al ser una zona de recarga.

La unidad de piedemonte varía mucho en altitud, pudiéndose presentar desde los 1,460 msnm hasta los 3,100 msnm. Es un área compleja

CUADRO 1. PRINCIPALES UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS Y SUS RELACIONES
HÍDRICAS EN EL TANCÍTARO

UNIDADES DE RELIEVE	FUNCIÓN HÍDRICA	PROCESOS EROSIVOS POTENCIALES Y/O EXISTENTES	GRADO DE INFILTRACIÓN
<i>1. Sistema montañoso Tancítaro</i>			
Cimas	Distribución	Periglaciario, intemperismo mecánico, eólica	Moderada
Laderas	Escurrimiento, distribución	Compactación, hídrica, coluviones, eólica	Baja
Valles	Distribución y recarga	Erosión remontante, deslaves, hídrica	Alta
<i>2. Estructuras volcánicas monogenéticas</i>			
<i>2.1 Conos volcánicos</i>			
Laderas de conos volcánicos	Recarga Escurrimiento, distribución	Flujos de tierra, hídrica Flujos de tierra, hídrica, coluviones	Moderada Moderada
<i>2.2 Domos volcánicos</i>			
Laderas de domos lávicos	Recarga Escurrimiento, distribución	Flujos de tierra, hídrica Flujos de tierra, hídrica, coluviones	Moderada Moderada
<i>3. Piedemonte</i>			
Piedemonte superior	Distribución, recarga	Flujos de tierra, eluvial, hídrica	Alta
Piedemonte inferior Valles erosivos de laderas escarpadas	Recarga Escurrimiento, distribución	Coluviones, hídrica	Muy alta Muy baja
<i>4. Derrames lávicos</i>			
4.1 Mesas de coladas de lava	Distribución y recarga	Hídrica, coluviones, flujos de tierra	Baja

(Continúa)

CUADRO 1. PRINCIPALES UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS Y SUS RELACIONES
HÍDRICAS EN EL TANCÍTARO

UNIDADES DE RELIEVE	FUNCIÓN HÍDRICA	PROCESOS EROSIVOS POTENCIALES Y/O EXISTENTES	GRADO DE INFILTRACIÓN
Cimas	Distribución	Hídrica	Baja
Laderas	Escurrimiento y distribución	Hídrica, flujos de tierra, coluviones	Baja
4.2 Derrames lávicos Cimas	Distribución y recarga Distribución y escurrimiento	Coluviones Hídrica	Baja Baja
Laderas	Escurrimiento, surgencias	Hídrica, flujos de tierra, coluviones	Baja
4.3 Derrames lávicos recientes	Recarga	Coluviones, hídrica	Muy alta
<i>5. Planicies</i>			
Planicies acumulativas	Recarga	Sedimentación	Alta
Planicie aluvial	Recarga y distribución	Sedimentación, eluvial	Alta
Planicie aluvial interlávica	Recarga	Hídrica, Sedimentación	Alta
Planicie con cenizas volcánicas	Recarga	Hídrica, erosión acelera- da, barrancos, eólica	Muy alta
Planicie interlávica	Recarga	Hídrica, sedimentación	Alta

donde la escasa pendiente y la debilidad del material facilitan la incorporación de agua al subsuelo. Sin embargo, también está sometida a una intensa presión de uso del suelo pues son lugares propicios para la agricultura y específicamente para el cultivo de aguacate. La pérdida de cobertura natural ha propiciado fenómenos de flujos de tierra en las lade-

ras de los valles y ha facilitado el escurrimiento superficial a pesar de la baja pendiente del terreno.

Los derrames lávicos se distribuyen alrededor del Tancítaro ocupando áreas por debajo de los 3,150 msnm. Son de gran importancia hidrológica para la región pues constituyen las unidades receptoras del agua captada por las unidades descritas en el apartado anterior. Al estar en contacto también con el piedemonte y romper abruptamente con la configuración del terreno originan la salida de los manantiales más importantes que produce el Pico de Tancítaro. Dentro del sistema geomorfológico general y desde el punto de vista hidrológico esta unidad es de importancia como indicadora del abasto y la oferta de agua a la región.

Por último, las zonas más bajas del área, incluyen varias clases de planicies. Son superficies receptoras de agua y permiten la infiltración de las aguas alimentando los mantos acuíferos. Asimismo, su importancia deriva de su condición topográfica llana, pues en ellas generalmente se desarrollan actividades humanas y por tanto, un uso más intensivo del agua.

LOS SUELOS Y SUS RELACIONES CON EL ESCURRIMIENTO

Los suelos que se desarrollan en la región del Pico de Tancítaro se derivan de la actividad volcánica pasada y en su mayoría son los denominados andasoles por el sistema FAO-UNESCO. Estos se ubican generalmente en todo el macizo volcánico del Pico de Tancítaro y en las elevaciones volcánicas aisladas. De texturas generalmente arenosas, permiten la rápida absorción de agua a las capas inferiores facilitando su incorporación a los mantos freáticos. Sin embargo, por ser suelos recientes, la falta de organización de sus componentes (estructura) permite también que sean muy susceptibles a la erosión.

En segundo lugar se encuentran representados los regosoles. Su distribución está vinculada con el establecimiento de cenizas volcánicas y efusiones recientes de material volcánico. Son suelos someros de material grueso y muy susceptible a la erosión, pero que también permiten altas tasas de infiltración. Estos suelos coinciden con aquellas zonas de recarga de acuíferos vinculadas a lavas recientes por lo que su función es muy importante en este sentido.

El tercer tipo de suelo, en importancia, es el luvisol que se distribuye hacia el sureste de la zona de estudio y se encuentra en relación con zonas de mayor desarrollo afectadas probablemente por acontecimientos geológicos paroxismales que afectaron al Tancítaro hace miles de

años (Garduño comunicación personal) y que provocaron avalanchas de material hacia la barranca La Culebra, donde se fue depositando el material parental. Por su antigüedad, en esta zona la pendiente y la composición del material está sumamente afectada por procesos de erosión hídrica y gravitacional.

El leptosol se presenta como asociación con andosoles y regosoles, además de distribuirse en la zona cubierta por el Parícutín, correspondiéndose con las zonas de lavas recientes o de malpaís y hacia el suroeste del Tancítaro. Los suelos son pedregosos con alta rocosidad y muy someros.

Por último, el cambisol es el suelo menos abundante aunque con presencia en la zona de Peribán y cerca del cerro La Chimenea. Son suelos de buen desarrollo dedicados generalmente a la agricultura.

Específicamente en los límites del parque predominan las asociaciones de suelo de andosol con leptosol, sobre todo en el macizo del estratovolcán evidenciando suelos típicamente forestales y susceptibles a la erosión en condiciones de deforestación. Asimismo, se presentan asociaciones de andosol húmico y ócrico en la zona de piedemonte. Estos suelos presentan condiciones más adecuadas para el cultivo y es en esta zona donde se presentan los cultivos permanentes de aguacate y durazno.

LA VEGETACIÓN Y EL RECURSO HÍDRICO

La distribución de la vegetación en el Tancítaro responde principalmente a condiciones topográficas de altitud (variabilidad altitudinal), exposición y pendiente. Velázquez (1997), realizó la caracterización general de comunidades vegetales, apoyada en la fotointerpretación y trabajo de campo, describiendo los siguientes tipos fisonómico-climáticos identificados en el Tancítaro: matorrales secos; bosques templados subhúmedos, bosques templados húmedos, bosques templados secos, bosques fríos subhúmedos, matorrales fríos de altura y zacatonales de altura.

Para entender el papel de la vegetación en el potencial hídrico del Tancítaro se agruparon las comunidades vegetales descritas en clases de cobertura vegetal (cuadro 2).

Los bosques cerrados constituyen la categoría más efectiva para la captación de agua. Sus características permiten la infiltración adecuada, el escurrimiento equilibrado y el mantenimiento de la humedad en el suelo. En el balance hidrológico de una cuenca éste es uno

CUADRO 2. CLASES DE COBERTURA, TIPOS FISONÓMICO-CLIMÁTICOS Y COMUNIDADES VEGETALES DEFINIDAS PARA LA REGIÓN DE TANCÍTARO

CLASES	TIPOS	COMUNIDADES
Pasto, vegetación abierta	Matorrales secos	<i>Stevia monardifolia-Baccharis heterophylla</i>
Bosque vegetación densa	Bosques templados subhúmedos	<i>Pinus pseudostrobus-Pinus leiophylla, Pinus montezumae-Tagetes filifolia</i>
Bosque vegetación densa	Bosques templados húmedos	<i>Abies religiosa-Trisetum virletti, Quercus crassipes-Satureja macrostema</i>
Bosque vegetación densa	Bosques templados secos	<i>Alnus firmifolia-Quercus rugosa</i>
Bosque abierto	Bosques fríos subhúmedos	<i>Pinus hartwegii-Festuca tolucensis, Cupressus lusitanica-Muhlenbergia macroura</i>
Arbustos	Matorral frío de altura	<i>Juniperus monticola-Eryngium proteiflorum</i>
Arbustos	Zacatonal de altura	<i>Calamagrostis tolucensis-Arenaria bryoides</i>
Cultivos	Cultivos de temporal (maíz, trigo, etc.)	
Sin vegetación	Zonas de lavas recientes y poblados	

Fuente: Fuentes 2000 y Velázquez *et al.* 1997.

de los procesos más importantes a considerar. En el Tancítaro, la distribución de estos bosques se da por debajo de la línea de los 3,500 msnm, su composición varía de bosques de abetos y pinos a bosques mixtos de pino-encino, encino-pino e incluso relictos de bosque mesófilo de montaña (los más húmedos de la zona de estudio) hasta

bosquetes de encino y relictos también de bosque tropical caducifolio (en este caso, los más secos) en las partes más bajas, a 1,300 msnm. Según Fuentes (2000) la región del Tancitaro tiene una superficie de bosques cerrados al menos del 33.0%, mientras que el Parque Nacional tiene en la misma clase de cobertura 52.27%. Considerando las dos áreas juntas –región y parque nacional– la superficie de bosques cerrados es de 39.8% (cuadro 3).

CUADRO 3. PORCENTAJES DE SUPERFICIE POR TIPO DE COBERTURA VEGETAL, 1974 Y 1996

AÑO	COBERTURA EN %									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1974	7.5	14.3	37.9	23.3	3.2	4.2	4.84	3.96	0.42	0.16
1996	2.8	11.1	39.8	7.1	31.1	1.09	2.79	3.59	0.5	

A: arbustivo; B: bosque abierto; C: bosque cerrado; D: cultivo anual; E: cultivo permanente; F: pastizales; G: sin cobertura aparente en cenizas; H: sin cobertura aparente en lavas; I: zona urbana y J: erosión.

Fuente: Fuentes 2000.

LOS COMPONENTES ATMOSFÉRICOS Y SU INFLUENCIA SOBRE EL RECURSO HÍDRICO

El conocimiento de las variables climáticas microregionales es deficiente pues no existen actualmente estaciones dentro del parque nacional y solo se localizan dos muy cerca al macizo volcánico (Peribán de Ramos y Uruapan). Este es uno de los principales problemas para acceder al conocimiento hidrológico de la región.

Debido a la amplitud altitudinal del Pico de Tancitaro, ya mencionada, se observan también una gran variedad de climas desde su cima (climas templados) hasta la base del piedemonte donde los climas llegan a

ser incluso de tipo semicálido. Todos los climas presentes en la región responden a un comportamiento definido por la aparición de las lluvias en verano y la escasez de agua desde el mes de noviembre hasta el mes de mayo cuando empiezan de nuevo las precipitaciones. Las lluvias son abundantes durante los meses de agosto, septiembre y octubre y oscilan entre 900 mm y 1,200 mm anuales.

El cuadro 4 presenta las características más importantes de los tipos de climas dominantes en el Tancítaro (García 1981, CETENAL 1970). La distribución de los climas y sus características que atañen al recurso hídrico, son la cantidad total anual de lluvia, su distribución en la superficie, el origen y la periodicidad o distribución durante el año (García 1986). De acuerdo con esto, se han distinguido tres franjas climáticas importantes. Una ubicada en la parte baja del Tancítaro de menor precipitación (de menos de 900 mm anuales hasta 1,000 mm) en altitudes comprendidas entre 1,300 y 2,000 msnm. Ejemplo de lugares con este tipo de climas es Páreo que tiene un clima semicálido con lluvias en verano y con temperaturas cálidas que permiten el establecimiento de vegetación tropical caducifolia y de bosques con elementos de mesófilo de montaña que dependen de la orientación de la ladera y la posición topográfica. Es una zona con alta evapotranspiración donde el origen convectivo de las lluvias favorece el escurrimiento al presentarse precipitaciones más intensas.

Existe otra franja entre 3,000 y 3,500 msnm, donde las lluvias son más abundantes, aproximándose a los 1,200 mm de precipitación anual. En esta franja se presenta la mayor variedad climática y es posible encontrar lugares con temperaturas y precipitaciones muy diferentes, como sucede entre las poblaciones de Zacándaro, Tancítaro y El Tejamanil. La cobertura vegetal más frecuente es de bosques mixtos y de pino. Las lluvias de esta franja son de origen orográfico, es decir, formadas por el choque del aire con las montañas. Es la zona más húmeda y por tanto, con mayor aporte a los mantos freáticos.

Finalmente, encontramos una última franja más homogénea climáticamente, pero con un fuerte descenso de la temperatura, en donde la precipitación vuelve a disminuir hasta los 900 mm anuales en la cima del Tancítaro. En esta franja climática se presentan bosques de abetos, bosques mixtos y bosques abiertos de *Pinus hartwegii*, estos últimos exclusivos de las cimas del Tancítaro. Aunque las lluvias caen en menor cantidad, las temperaturas bajas promedio impiden una alta evapotranspiración. Las lluvias son de carácter orográfico pero se presentan en menor cantidad.

CUADRO 4. TIPOS DE CLIMAS REPORTADOS PARA LA REGIÓN DEL PICO DE TANCÍTARO

CLIMA	Nombre
A(C)w1(w)a(i')g	Semicálido subhúmedo, el más fresco de los cálidos, T media anual < 22 °C; mes más frío >18 °C; lluvias en verano y lluvia invernal <5%, verano cálido y temp. media del mes más cálido >22 °C, poca oscilación térmica y marcha de temp. tipo Ganges.
(A)C(w1) (w)b(e)	Semicálido subhúmedo, el más cálido de los templados, T media anual > 18 °C; mes más frío <18 °C; lluvias de verano y lluvia invernal menor a 5%, intermedio en cuanto a humedad, verano fresco largo y T media del mes más caliente entre 6.5 °C y 22 °C, extremoso con oscilación térmica entre 7 °C y 14 °C.
(A)C(w"1)(w)bi	Semicálido subhúmedo, el más cálido de los templados C, presencia de sequía interestival, lluvia invernal <5% intermedio en cuanto a humedad, verano fresco largo ; T media del mes más cálido entre 6.5 °C y 22 °C, isotermal.
C(w2)(w)(b')	Templado semifrío subhúmedo, con T media anual entre 12 °C y 18 °C; mes más frío entre -3 °C y 18 °C, el más húmedo de los subhúmedos, lluvias de verano y lluvia invernal <5%.

Tomado de: CETENAL 1970.

HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y REGIONALIZACIÓN DEL AGUA

LOS RÍOS Y MANANTIALES

Las características hidrológicas en el Tancítaro se definen por la existencia generalizada de corrientes efímeras (escurrimientos que se presentan cuando hay lluvia únicamente), siguiéndoles en número los arroyos intermitentes (ríos de temporal o escurrimientos de lluvias) y por último, los arroyos perennes (escurrimientos durante todo el año).

Estas características, por lo demás normales o frecuentes en nuestro país, responden precisamente a las condiciones climáticas prevalecientes en la región, específicamente al régimen de lluvias de verano ya descrito en el apartado sobre el clima.

Otra característica importante es la presencia de redes de distribución de los ríos, es decir la organización de los escurrimientos sobre el terreno o la forma en que se conectan entre ellos. En este sentido, se puede hablar de redes de tipo radial, dendrítica y de redes no estructuradas que son típicas de superficies con lavas muy recientes como las del Parícutín, en donde no se observan cauces definidos. De igual forma, la organización del drenaje o más propiamente dicho la red de drenaje del Tancítaro es un elemento de análisis para conocer el comportamiento y las relaciones complejas del recurso hidrológico con respecto a los otros elementos del paisaje que ya se han mencionado.

En el caso que nos ocupa, tenemos 16 corrientes principales que forman la red de drenaje y las cuencas del Tancítaro. De éstas, únicamente los ríos La Culebra, Zacándaro, Hoyicazuela, Apo, Chuanito, Chondo y San Francisco se pueden considerar como escurrimientos permanentes en orden de importancia de acuerdo con el caudal que llevan. Otros arroyos como Cutio, Cuenca Rodada y Tancítaro únicamente llevan agua durante la época de lluvias, es decir, que son escurrimientos temporales, mientras que el resto no presenta escurrimientos excepto en crecidas y/o en el momento en que se presenta una lluvia, es decir, son escurrimientos efímeros. En el caso del arroyo Huandiestacato, aunque no lleva agua, justo en la salida de la cuenca se origina uno de los manantiales más importantes llevando agua permanentemente a partir de ese punto.

En cuanto a la configuración del relieve del perfil longitudinal de los arroyos, todos responden a una dinámica morfológica típica de ambientes montañosos, es decir, de corta longitud (el más largo tiene 21 km) de topografía abrupta, con frecuentes saltos, escaso caudal y fondo con material generalmente grueso en su cause.

Los manantiales, “ojos de agua” como se les llama localmente son abundantes en la región. Aunque la gente del lugar conoce muy bien su ubicación y número, es hasta ahora que podemos tener un inventario de los mismos y la cantidad de agua que producen. Hasta el momento se han registrado un total de 29 manantiales, sin embargo, se cree que pueden existir hasta el doble de ellos una vez que se finalice el inventario de agua para el Pico de Tancítaro (cuadro 5).

CUADRO 5. INVENTARIO PRELIMINAR DE MANANTIALES EN
EL PICO DE TANCÍTARO, MICHOACÁN

MANATIAL	CUENCA	COORDENADAS		ALTITUD
		X	Y	
Los Chorros	Cuenca Rodada	769,811	2,144,126	1,740
Magallanes	San Francisco	769,944	2,164,247	1,480
Tancitaro Arroyo Chondo	Chondo	770,628	2,161,266	1,580
La Higuera, San Francisco	Chuanito	773,073	2,163,549	1,620
Periban				
La Higuera 2 (Aflora- miento Rocoso)	Chuanito	773,093	2,163,501	1,640
La Higuera 3	Chuanito	773,093	2,163,501	1,640
Los Pastores (El Zaus)	Chuanito	773,421	2,163,350	1,640
Los Tepetates (Los Pastores)	Chuanito	773,612	2,163,448	1,642
Manantial Cutio	Cutio	774,340	2,158,193	1,800
Querida	Zirimóndiro	776,538	2,134,280	1,920
Chorros de Chuanito	Chuanito	776,619	2,159,563	1,922
El Granado	Chondo	777,476	2,158,395	2,000
Manantiales La Hortencia	La Culebra	788,898	2,146,470	2,480
El Jagüey	La Culebra	789,800	2,145,550	2,400
El Nopal-El salto (tres manantiales)	La Culebra	789,996	2,145,253	2,220
Canoa Alta	La Culebra	790,639	2,145,509	2,240
Zirahaspan	Nureto	790,809	2,155,626	2,420
Ahuanzan	Nureto	792,669	2,158,611	2,310
Curato	Nureto	793,782	2,158,288	1,400
El Fresnito	Tancitaro	768,736	2,139,596	1,500
Páreo, Ojo de Agua	Tancitaro	767,880	2,139,725	1,400
Condémbaro-Junta El Tizate-La Noria	La Gringa	782,699	2,134,872	1,940
Pantzingo	Nureto	794,081	2,157,827	2,200
La Alberca	Nureto	794,591	2,154,272	2,500

La distribución geográfica de los manantiales refleja en gran parte el comportamiento hidrológico de las cuencas y las relaciones entre los elementos del paisaje. Los manantiales con gastos o volúmenes de agua mayores se localizan generalmente en las zonas medias a bajas de las cuencas. Por lo regular responden a sistemas muy grandes de captación de agua y su presencia se debe al contacto litológico entre una roca superior permeable y otra inferior impermeable, pero que además se vio afectado por condiciones estructurales de la geología local. La salida de agua es la evidencia de coberturas vegetales densas y relieves montañosos con altas tasas de infiltración.

Esto sucede comúnmente en las laderas suroriental y noroccidental del Tancítaro evidenciando hasta ahora un eje definido en dicha dirección. En el caso de los manantiales pequeños no es posible diferenciarlos por su ubicación en las cuencas. Sin embargo, se puede expresar que su distribución está ligada a sistemas de abastecimiento muy locales como sucede en el caso de los manantiales de la cuenca Nureto, donde la existencia de ojos de agua está ligada a la presencia de pequeños volcanes cuyo cráter, al formarse dio origen a dichos manantiales. Ejemplos de ello, son los manantiales de Zirahazpan, Ahuantzan y Pantzingo. Sin embargo, aún no está claro el porqué de la ubicación de otros manantiales pequeños.

EL SISTEMA HIDROGRÁFICO Y SU REGIONALIZACIÓN EN CUENCAS

Una cuenca se define como el área de captación de aguas de una corriente fluvial. En otras palabras, nos referimos a todas las aguas llevadas a través de pequeños cauces que se van integrando o juntando con otros, haciéndose cada vez más grandes hasta llevar sus aguas a un río principal, que recoge toda el agua de lluvia y los manantiales que lo alimentan. Si consideramos esta condición, además de los elementos descritos anteriormente, entonces podemos conceptuar a la cuenca como un sistema hidrológico perfectamente definible que actúa sobre el paisaje y por tanto, subordinado a este último.

El Pico de Tancítaro se ha dividido en 16 cuencas hidrográficas además de una superficie compuesta por las lavas recientes del Parícutín donde no existe una red de drenaje definida y que por tanto se ha visto conveniente separar para poder hacer comparaciones estadísticas entre cuencas (cuadro 6).

La configuración de las cuencas en el Tancítaro refleja una distribución centrípeta de éstas respecto al centro del macizo volcánico, resultado de la configuración casi cónica del relieve del Tancítaro (figura 2).

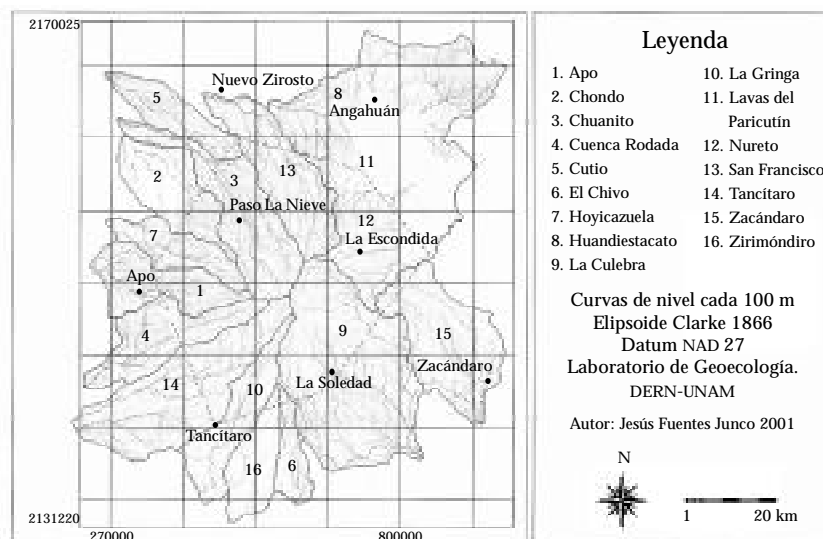
CUADRO 6. CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DE LAS CUENCAS
HIDROGRÁFICAS DEL TANCÍTARO

CUENCAS	PERÍMETRO	ÁREA (KM ²)
1. Apo	30.5	29.7
2. Chondo	42.3	45.6
3. Chuanito	24.3	20.7
4. Cuenca Rodada	34.3	33.8
5. Cutio	28.4	31.7
6. El Chivo	22.6	21.2
7. Hoyicazuela	25.6	20.3
8. Huandiestacato	54.7	51.8
9. La Culebra	102.7	45
10. La Gringa	12.5	20
11. Lavas del Paricutín*	25.5	30.1
12. Nureto	84.8	67.9
13. San Francisco	41.7	34.7
14. Tancítaro	66.1	42.3
15. Zacandaro	51.2	34.8
16. Zirimóndiro	28.8	34.4

*Se considera una unidad hidrográfica diferente.

Si consideramos como criterio de clasificación el tamaño de las cuencas, las del Tancítaro presentan una distribución claramente definida por los siguientes grupos: el grupo de cuencas pequeñas tales como La Gringa, Chuanito, El Chivo y Hoyicazuela; el de aquellas que son más grandes como La Culebra, Nureto y Tancítaro y las restante, que caen dentro del grupo de las cuencas de tamaño intermedio. El tamaño es importante ya que nos permite conocer los tiempos de concentración del agua de lluvia (tiempo en el que una gota de agua teóricamente recorre toda la cuenca desde el punto más alto hasta su punto de salida de la cuenca), lo que es muy útil en casos de inundación y en consecuencia para detectar posibles riesgos para la población que habita en zonas bajas y planicies.

FIGURA 2. CUENCAS DEL TANCÍTARO



De la misma manera, también nos permite saber la magnitud del volumen del agua captada (a mayor superficie, mayor captación en iguales condiciones pluviométricas) y combinando este dato con el de la población, podemos conocer la importancia social y demográfica de dicha cuenca.

En el mismo sentido, también podemos expresar su distribución. En general, las cuencas más pequeñas se localizan al sur y al oeste mientras que las más grandes se distribuyen hacia el noreste, este y sureste, lo que coincide con la disponibilidad de agua para todo el Tancitaro.

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE LAS CUENCAS

Una parte importante en el conocimiento hidrológico de una región es la obtención de medidas e índices que reflejen las relaciones y características de la riqueza del recurso hídrico con respecto a los demás componentes del paisaje, incluyendo el antrópico. Por ello, se han desarrollado índices de compacidad, medidas morfométricas como el perímetro, el

área, la altitud media e índices como el de circularidad (en donde se compara la forma de la cuenca con un círculo), el de alargamiento (donde se conoce qué tan alargada es una cuenca) y el de forma (en donde cada cuenca es comparada con la forma de un cuadrado, estimándose así el grado de achatamiento).

Todos los índices tienen que ver con la capacidad de la cuenca de captar agua o bien con la respuesta de dicha cuenca para verter sus aguas hacia la salida de ésta. Por ejemplo, un factor de compacidad o circularidad con valores cercanos a uno nos dice que la cuenca es casi un círculo, teniendo una mayor posibilidad de concentrar grandes volúmenes de agua.

En el caso del índice de alargamiento, si el valor es mayor a 1 entonces las cuencas son alargadas presentando la posibilidad de conducir el agua a mayor distancia pero la respuesta a la concentración puede ser menos rápida.

Finalmente, el índice de forma nos indica el grado de achatamiento de ella o de un río principal corto y en consecuencia, con tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas (cuadro 7).

CUADRO 7. ÍNDICES MORFOMÉTRICOS DE LAS CUENCAS DEL TANCÍTARO

CUENCAS	FORMA	ALARGA- MIENTO	CIRCULARIDAD O COMPACIDAD		DISPONIBILI- DAD DE AGUA
			CLASE	VALOR	
Apo	0.2	2.1	De oval oblonga a rectangular oblonga	1.6	Moderada
Chondo	0.3	3	De oval oblonga a rectangular oblonga	1.7	Moderada
Chuanito	0.2	3.8	De oval redonda a oval oblonga	1.5	Alta
Cuenca Rodada	0.2	3.1	De oval oblonga a rectangular oblonga	1.6	Baja
Cutio	0.2	2.4	De oval redonda a oval oblonga	1.4	Moderada
El Chivo	0.2	2.6	De oval redonda a oval oblonga	1.4	Baja

(Continúa)

CUADRO 7. ÍNDICES MORFOMÉTRICOS DE LAS CUENCAS DEL TANCÍTARO

CUENCAS	FORMA	ALARGA- MIENTO	CIRCULARIDAD O COMPACIDAD		DISPONIBILI- DAD DE AGUA
			CLASE	VALOR	
Hoyicazuela	0.2	3.7	De oval oblonga a rectangular oblonga	1.5	Moderada
Huandiestacato	0.4	2.2	De oval oblonga a rectangular oblonga	2.1	Baja
La Culebra	0.4	1.6	Redonda a oval redonda	1.2	Alta
La Gringa	0.2	3	De oval oblonga a rectangular oblonga	1.5	Baja
Lavas del Paricutín*	0.5	1.3	De oval oblonga a rectangular oblonga	1.6	Baja
Nureto	0.2	2.6	De oval oblonga a rectangular oblonga	2.0	Baja
San Francisco	0.2	3.1	De oval oblonga a rectangular oblonga	1.5	Moderada
Tancítaro	0.2	3	De oval redonda a oval oblonga	1.5	Moderada
Zacandaro	0.4	1.9	De oval redonda a oval oblonga	1.3	Alta
Zirimóndiro	0.1	4.1	De oval oblonga a rectangular oblonga	1.8	Moderada

* Se considera una unidad hidrográfica diferente.

Otro índice que se ha construido, de forma preliminar, es el de disponibilidad de agua por cuenca, atendiendo en este caso al volumen disponible en cada cuenca, calculado como la suma del volumen del escurrimiento obtenido a la salida de la cuenca más el de los manantiales dentro de ella.

La clasificación de las cuencas de acuerdo con este último índice nos presenta un panorama en el que dominan las cuencas con baja y mode-

rada disponibilidad de agua, quedando únicamente tres cuencas con alta disponibilidad de agua. Este índice no hace referencia a las condiciones ecológicas del agua.

En general las cuencas del Tancítaro presentan condiciones que no favorecen la presencia de crecidas importantes, salvo en dos cuencas: La Culebra y Zacándaro. Por otra parte, la existencia mayoritaria de cuencas pequeñas nos hace pensar en una región donde la producción hídrica no es susceptible de explotarse intensivamente a través del riego o del abastecimiento a grandes ciudades o incluso para el establecimiento de industrias demandantes del vital líquido.

EL AGUA, LA POBLACIÓN Y EL PAISAJE

La región del Tancítaro tiene una población estimada de 40 mil personas distribuidas en un total de 81 localidades, entre ciudades pequeñas como Peribán de Ramos, al noroeste del Tancítaro y rancherías como La Escondida en pleno parque nacional (INEGI 2001).

La población tiene un fuerte componente rural o semirural con altos índices de marginación y pobreza además de los efectos colaterales de dicha condición social, como los bajos niveles educativos, falta de servicios, etc.

La población con mayor número de habitantes es Nuevo San Juan Parangaricutiro con 11,983 pobladores según el Censo General de Población y Vivienda de INEGI para el año 2000. Le siguen en importancia, de acuerdo con la misma fuente, Peribán de Ramos con 11,571 habitantes, Tancítaro con 5,162 y Angahuan con 4,739.

En cuanto a las actividades económicas, predomina la primaria con el desarrollo de cultivos de aguacate, maíz y durazno principalmente, además de la actividad ganadera extensiva pero muy poco desarrollada. Asimismo, en los centros poblacionales de Peribán y Tancítaro existe una floreciente agroindustria basada en la comercialización del aguacate.

Dentro de este marco poblacional es conveniente mencionar la existencia de comunidades indígenas cuyas formas de apropiación de los recursos es esencialmente distinta a las poblaciones mestizas (Garibay y Bocco 2000). De acuerdo con estos autores la población que hace uso de los recursos del Tancítaro tiene características especiales en la forma como ejerce el derecho al disfrute de su capital natural de tal suerte que se identificaron cuatro tipos de bienes dentro del Parque Nacional Pico de Tancítaro: los bienes privados, los bienes públicos, los bienes de peaje y los bienes de uso común. Este tipo de bienes es posible extrapolarlos

a la región dominada por el Tancítaro e identificarlos con las formas de propiedad existentes (privada, ejidal y comunal) y enmarcarlos en el uso específico del agua.

De esta forma, el agua se analiza, según la forma de organización social en alguno de los cuatro bienes señalados. Esto implica una red social muy compleja que dificulta en el corto plazo un plan de manejo de este recurso en forma coherente y racional. Por ello, el desarrollo de una política de conservación y manejo del agua requiere de amplios consensos entre los diferentes actores, lo que pasa primero por el desarrollo de la conciencia colectiva, señalando a cada grupo social la necesidad inherente de dicha política a riesgo de sucumbir en el futuro ante conflictos ascendentes de difícil solución. Visto así el recurso agua es un tema de sobrevivencia estratégica para la población.

EL BALANCE HÍDRICO Y LA DISPONIBILIDAD DE AGUA

Tratar de ofrecer datos sobre la cantidad de agua disponible en el Tancítaro es un problema metodológico y conceptual a la vez. Desde el punto de vista metodológico, se requiere de una buena infraestructura de medición de los caudales de ríos como de manantiales, además de poder contar con datos suficientes sobre la precipitación y la temperatura. Con ninguno de estos datos se cuenta, al menos en forma suficiente.

Desde el punto de vista conceptual es necesario definir algunos elementos que tienen que ver con las formas de uso y su clasificación, con los hábitos de consumo de agua y con la percepción que sobre este recurso tienen las diferentes poblaciones involucradas.

El abasto de agua en la región estudiada es por ahora suficiente. No se encontró ningún acuífero o manantial agotado y, en general, los arroyos que eran permanentes lo siguen siendo a excepción de los que pasan por la población de Periban: Chondo y Chuanito, cuyas corrientes se secan a partir de las épocas de mayor uso de agua y también debido a la contaminación de los cauces.

Sin embargo, se encontraron muchos elementos que nos permiten vaticinar (aun sin datos crudos) la futura escasez del vital líquido si no se halla urgentemente un plan de manejo del agua y del paisaje en general.

Primero, nos referiremos a la disminución de los gastos prácticamente en la mayoría de los manantiales, según palabras de los propios usuarios de dichas fuentes. En todos los casos se registró como el común denominador el uso que los aguacatales hacen del recurso hídrico (sin control, utilizando agua limpia, no se pagan cuotas, no hay registros de

tomas de agua, etcétera). En este sentido, no fue posible ubicar manantiales sin que tuvieran algún tipo de uso por parte de la población.

Segundo, la disminución de todos los caudales e incluso la desaparición de las corrientes de agua en el trayecto a tierras más bajas debido a la intercepción que se hace de éstas para diversos usos, entre los cuales está el riego de cultivos de aguacate. A pesar de lo anterior, las corrientes de agua vuelven a aparecer corriente abajo debido al surgimiento de acuíferos y manantiales que surten a dichos cauces. Ejemplos documentados de esto son los arroyos de La Culebra, San Francisco y Zacándaro entre varios más.

Por otra parte, la distribución geográfica del recurso hídrico no es homogénea para todo el Tancítaro. En general, las cuencas ubicadas en las laderas que miran hacia el sur y hacia el noroeste y oeste son las más abundantes en el preciado líquido (ver cuadro 7).

En cambio, las laderas que miran hacia el noreste y este son particularmente escasas debido a condiciones geomorfológicas de reciente origen, como es el caso de la zona dominada por las lavas del Parícutín y las formas volcánicas contemporáneas.

En esta área, manantiales muy pequeños que nacen al pie de los volcanes aislados tienen un flujo bastante constante, debido en gran parte al cuidado que la CINSJP ha puesto en el manejo de su recurso forestal. Lo mismo sucede con una gran parte de los manantiales mayores ubicados hacia el sur que deben su conservación y mantenimiento a la política ambiental desplegada por dicha comunidad.

Se puede observar en el cuadro 8 los datos obtenidos a partir del aforo de más de 30 fuentes de agua. De acuerdo con estos registros, el volumen anual de agua superficial permanente que produce el Pico de Tancítaro está por arriba de los 20 millones de metros cúbicos (Mm^3).

Los datos presentados no son definitivos pues aún faltan algunos manantiales de aforar, pero podemos considerar representativa esta cifra de $22 Mm^3/año$ de volumen mínimo ya que se ha registrado entre el 80 y 90% de las fuentes de agua permanentes del Tancítaro. A este volumen hay que agregar un 10% que se supone de pérdida de agua que se escapa al momento de hacer la medición. El volumen mínimo debe entonces rondar los $25 Mm^3/año$ de agua superficial.

EL USO Y LA DEMANDA DE AGUA

En el caso de la demanda de agua o la cantidad de agua necesaria para el uso humano también se presenta como un problema complejo

CUADRO 8. MANANTIALES Y RÍOS AFORADOS EN EL PICO DE TANCÍTARO

SITIO	ALTITUD	GASTO (LTS/s)	SITIO	ALTITUD	GASTO (L/SEG)
<i>Manantiales</i>			<i>Manantiales</i>		
Canoa Alta	2,240	5.3	La Higuera 2	1640	0.5
Condémbaro	1,500	2.5	(afloramiento rocoso)		
La Higuera 3	1,640	0.1	La Higuera, San Francisco	1,620	0.7
Los Chorros		2.0	Periban		
Ahuanzan	2,310	0.7	Los Pastores (El Zaus)	1,640	5.1
Cutio	1,800	1.8	Los Tepetates (Los Pastores)	1,642	0.3
El Fresnito	1,440	1.0	Rumbo a Magallones	1,480	2.4
El Jaguey	2,400	23.6	El Nopal	2,230	8.2
El Granado	2,000	7.7	El Tlacuache		
La Alberca	2,470	0.2	El salto		
Pantzingo	2,400	0.3	Querida		2.0
Zirahaspan	2,420	0.1			
La Hortencia	2,480	22.1	<i>Arroyos permanentes y semi-permanentes</i>		
Cuzato	1,400	0.1	Salida cuenca Río Cutio	1,840	2.3
Chorros	1,922	16.7	Salida cuenca La Culebra	1,420	367.8
de Chuanito			Salida cuenca Zacándaro	1,400	232.4
Páreo,	1,350	2.0	Salida de la Cuenca de Nuevo		
Ojo de Agua			Zirosto	1,740	15.4
			Tancítaro, Arroyo Chondo	1,580	4.8
Total de gasto diario (L/s):		728.3			
Total de gasto anual (M ³ /año):		22,967,668.8			

metodológica y conceptualmente. Por ello, de manera preliminar se hacen aquí consideraciones teóricas que permitan percibir en su justa dimensión el problema regional del agua en el Tancítaro.

Respecto a los usuarios de agua doméstica, se han tomado los datos proporcionados por la CNA (2000) para el consumo de agua para todo el estado. El consumo promedio de agua per cápita es de 176.6 m³/hab/

año, por lo que el consumo total de agua para las poblaciones dependientes del Pico de Tancitaro es de 7,040,000 m³/año.

En el estimado aplicado al Tancitaro sabemos que hay variaciones importantes respecto al uso del agua que hace la población. En primer lugar, gran parte de las localidades tienen un carácter rural, lo que hace disminuir el consumo ante la falta de servicios; en segundo lugar, los hábitos y usos del agua son diferentes y en tercer lugar, no se considera aquí el agua para riego que proviene, en el caso del Tancitaro, de las mismas fuentes de agua que para el uso potable, lo que haría aumentar considerablemente la cantidad de agua utilizada. A pesar de ello, no deja de ser interesante el ejercicio ya que así tenemos un parámetro del uso consuntivo del agua para la región.

Hasta ahora no se han registrado en campo poblaciones que tengan problemas graves de escasez de agua aunque sí con problemas evidentes (Apo, La Escondida, Peribán y La Lagunilla, entre otras). En la mayor parte de los casos, los problemas provienen de una pésima o nula administración del recurso y del incipiente reflejo del deterioro ambiental a que se ha visto sometida la región.

En el caso de la agricultura, en el Tancitaro prácticamente solo existen el cultivo de maíz y el cultivo de aguacate de riego y de temporal, siendo este último el dominante. Esta actividad consume una gran cantidad de agua que proviene en 100% del Pico de Tancitaro.

Según la Asociación Agrícola Local de Productores de Aguacate de Uruapan (AALPAU), (www.aproam.com/culti9.htm#3) cada árbol de aguacate mayor a 36 meses requiere al menos 200 litros semanales de agua si es regado con manguera y 60 litros si el sistema es por goteo. En árboles de menor edad la cantidad oscila entre 50 y 21 litros, respectivamente. Cada hectárea de aguacate tiene en promedio alrededor de 142 árboles (varía un poco de acuerdo con el sistema de plantación). Suponiendo que toda la superficie de aguacate es regada, la demanda anual de agua por hectárea de aguacate con base en datos promedio, sería de 18,524,979 m³/año.

Esta cifra, sumada a los 7,040,000 m³/año de demanda de agua por parte de la población, hacen un total de 25,564,979 m³/año. Es decir, casi el total de agua superficial registrada.

Lo anterior nos indica que el consumo de agua podría encontrarse en el límite de la disponibilidad para la región. De ahí que sea imperiosa la necesidad de un plan de manejo regional que considere al agua como elemento central.

DETERIORO DEL PAISAJE Y SU IMPORTANCIA HIDROLÓGICA. RELACIONES ENTRE PAISAJE, CONSERVACIÓN Y DETERIORO AMBIENTAL

El Pico de Tancítaro se ha visto sometido en las últimas décadas a presiones debidas al mal manejo de los recursos y a la falta de decisión gubernamental para desarrollar una política ambiental coherente que permita conservar y manejar a la vez los recursos naturales disponibles para la población. Vale la pena aquí diferenciar los procesos de degradación potencial dentro del parque nacional y los que se presentan fuera de éste ya que sus ritmos y relaciones son diferentes en unos y otros.

En la región del Tancítaro destaca sobre todo una tendencia muy fuerte al aumento de las superficies en degradación. Esta tendencia se presenta sobre todo en las zonas agrícolas pero también hay un fuerte proceso de degradación en zonas abruptas.

El hecho de que en la región circundante al Parque Nacional del Tancítaro predominen terrenos de baja pendiente ha permitido que la degradación avance más rápidamente. En el parque nacional, en cambio, esta tendencia aún no es tan marcada y los valores porcentuales indican un delicado equilibrio, favorecido en gran parte porque predominan las zonas abruptas, lo que impide en buena medida el desarrollo de actividades económicas que favorecen la degradación.

Lo anterior indica que los procesos de degradación dentro del parque se deben a manejos forestales inadecuados, mientras que en la región del Tancítaro la actividad agropecuaria, y a últimas fechas la frutícola, han favorecido los procesos de degradación y con ello se han evidenciado los primeros problemas de escasez de agua asociados a la degradación.

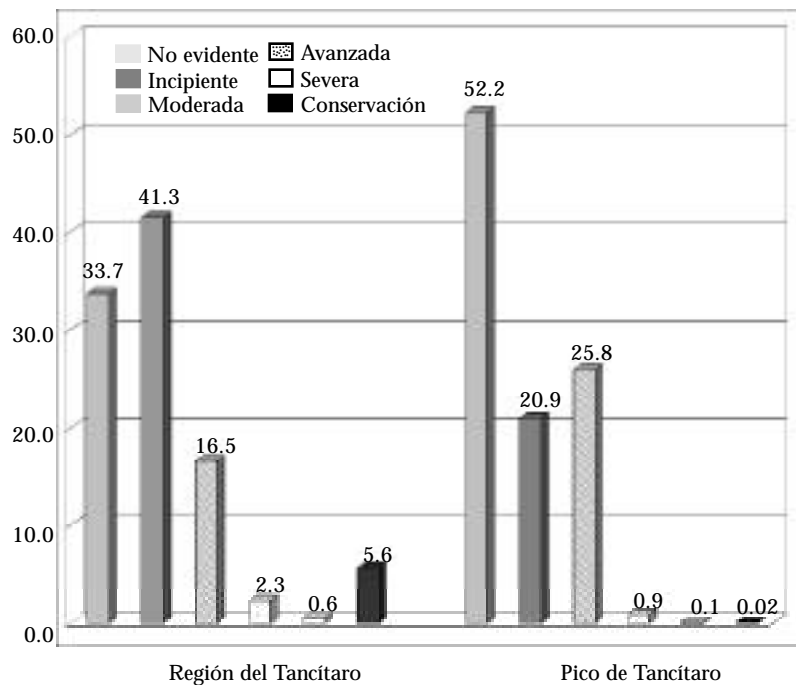
Aún así, las cuencas que conforman el Pico de Tancítaro presentan condiciones de deterioro apenas en una fase inicial por lo que no se observan por ahora situaciones graves de inestabilidad del paisaje. En este sentido, se aprecia aún la estabilidad de las laderas inmediatas a los cauces, la persistencia de arroyos y manantiales durante la época de secas y la relativa conservación de los bosques riparios.

MODELO DE DEGRADACIÓN

A partir de los datos obtenidos se elaboró un esquema idealizado de la dinámica de degradación del Pico de Tancítaro (Fuentes 2000). El esquema que se presenta en la figura 3 se obtuvo comparando en una matriz general los valores de degradación contra diferentes datos de mapas como

la cobertura, la pendiente y la geoforma. El modelo indica que existe un patrón general de mayor a menor degradación conforme a la altitud. Asimismo, la degradación es menor dentro del parque y mayor fuera de él en términos espaciales (área cubierta).

FIGURA 3. COMPARATIVO DE SUPERFICIES DE DEGRADACIÓN ENTRE LA REGIÓN Y EL PARQUE NACIONAL PICO DE TANCÍTARO



Sin embargo, la degradación no presenta un comportamiento lineal exacto; por ejemplo, no siempre se cumple que a mayor altitud, menor degradación o bien que si existe una mayor distancia al parque la degradación sea mayor. Como tampoco es continuo el comportamiento radial, existiendo laderas con menor degradación general que otras.

Algunas razones explican lo anterior. Con respecto al comportamiento altitudinal, la degradación del suelo está fuertemente influida por dos

factores, la pendiente y la cobertura. En el caso del Tancítaro existe una mayor pendiente hacia las zonas más altas, que contrasta con una menor pendiente en las zonas de piedemonte y de llanura. En función de lo anterior, la presencia de una mayor inclinación de las laderas, así como una mayor altitud debería impedir la actividad productiva, lo cual en general se cumple.

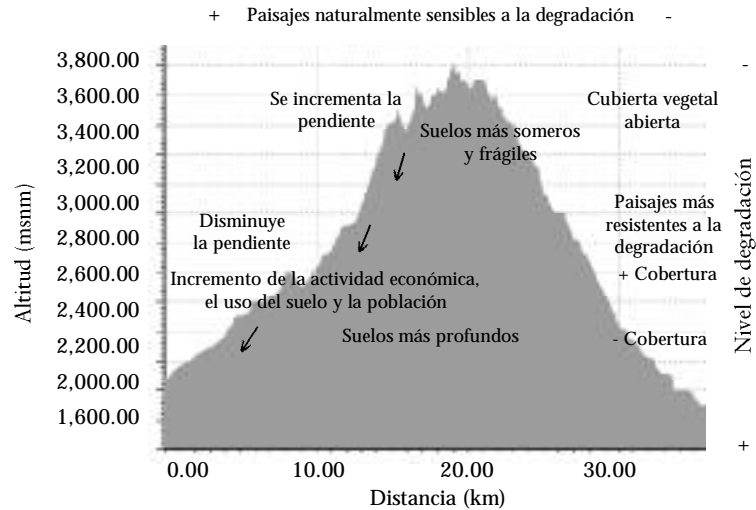
Sin embargo, la menor disponibilidad de recursos forestales resineros acompañada del desplazamiento de la actividad ganadera hacia las zonas altas debido a la expansión del aguacate ha provocado una mayor degradación que en los bosques cerrados de abetos (*Abies religiosa*), ailes (*Alnus* sp.) y de pino-encino.

De esta forma se explica, en parte, la mayor susceptibilidad a la degradación en los paisajes más altos con cobertura abierta en contraste con una mayor resistencia a la degradación en bosques más cerrados pero en franjas altitudinales menores. A pesar de lo anterior, los bosques cerrados presentan una mayor fragmentación y, por tanto un riesgo mayor de pérdida de las condiciones ambientales naturales (Farina 1997, Forman y Godron 1986, Goudie 1994, Metternicht 1996).

Aunque la dinámica regional del Pico de Tancítaro impone la regla de que a mayor distancia del centro del Pico existe una mayor degradación, se observan zonas específicas dentro del parque que tienen grados más altos de alteración como resultado de una actividad intensiva tanto agrícola como forestal efectuada en zonas muy frágiles.

Finalmente, la distribución espacial de la dinámica de degradación se interrumpe de acuerdo con la utilización que los grupos sociales hacen del parque nacional y por las condiciones del relieve imperantes. En las laderas que miran hacia el oriente se ejerce una menor presión hacia el parque que en las laderas suroeste, oeste y noroeste del Pico de Tancítaro, debido a la existencia de comunidades indígenas como en el caso de Nuevo San Juan, cuya actividad forestal está muy controlada. Al mismo tiempo, esta zona es muy compleja desde el punto de vista geomorfológico por la multiplicidad de relieves volcánicos, algunos muy recientes. En las otras laderas el perfil social se expresa a través de la existencia de ejidos y pequeñas propiedades que se dedican a cultivar principalmente frutales, lo que deviene en una mayor presión sobre el parque nacional. A esto debemos agregar que el cambio en la inclinación del relieve es menos abrupto, pasando de pendientes muy inclinadas en zonas altas a pendientes mucho menores dentro de un relieve poco accidentado. El resultado teórico es el modelo de degradación del Tancítaro expresado en la figura 4.

FIGURA 4. MODELO DE DEGRADACIÓN EN EL PICO DE TANCÍTARO



CONCLUSIONES

La región del Tancítaro se distingue por la gran variedad de paisajes naturales y antrópicos en un área relativamente pequeña. De allí su importancia ambiental, social y ecológica. De esos elementos, el más importante es el recurso agua, base de las actividades humanas que se realizan. La existencia de cultivos de aguacate predominantes y el cambio de uso del suelo que han provocado es solo una muestra de que el agua se ha venido transformando en el elemento estratégico y aglutinador de las políticas ambientales y sociales. Por el análisis del recurso agua deberán pasar los planes de manejo y ordenamiento territorial que se deseen implementar en la zona. Lo mismo para lo relacionado con el Parque Nacional Pico de Tancítaro, el cual deberá ser transformado en una figura jurídica que permita la correcta planeación ambiental y social, no aplicada hasta hoy (Fuentes 2000). Tanto su redelimitación como su recategorización son entonces obligadas.

El desarrollo de este proceso deberá mirar hacia las experiencias exitosas y no exitosas para tomar ejemplos y no repetir errores del pasado. De acuerdo con ello, será importante considerar las experiencias de la CISJNP como un referente capaz de catalizar la discusión sobre el manejo del recurso agua inmerso en ese complejo llamado paisaje.

NOTAS

1. La presión se obtiene dividiendo la extracción total anual de agua entre la disponibilidad natural base media de agua (Comisión para el Desarrollo Sustentable de la ONU 1997, citado por CNA 2002).
2. Ver texto en el *Diario Oficial de la Federación* del 27 de julio de 1940.

BIBLIOGRAFÍA

- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores) 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. Sitio en internet: www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html.
- Ávila, G. P. 1996. *Escasez de agua en una región indígena: el caso de la Meseta Purépecha*. El Colegio de Michoacán. Colección Investigaciones. México. 428 pp.
- Benítez, H., G.F. Villaseñor, G. Villaseñor, L. Chávez y C. Villalón. AICA: C-05, Tancitaro. En: Benítez, H., C. Arizmendi y L. Marquez 1999. Base de datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA). (www.conabio.gob.mx).
- Bocco, G. y M. Mendoza 1999. Evaluación de los cambios de la cobertura vegetal y uso del suelo en Michoacán (1975-1995). Lineamientos para la ordenación ecológica de su territorio. Programa SIMORELOS-CONACYT. Informe Técnico. Departamento de Ecología de los Recursos Naturales, Instituto de Ecología, UNAM, Campus Morelia. Michoacán, México. 50 pp.
- CETENAL 1970. Colima 13Q-VI, Zacatula. Carta de Climas. Escala 1:500,000. Instituto de Geografía-UNAM, Secretaría de la Presidencia.
- Comisión Nacional del Agua (CNA) 2002. *Compendio básico del agua 2002*. Comisión Nacional del Agua. México. 96 pp. (www.cna.gob.mx/portal/switch.asp?param=4010).
- 2000. *Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Anexo 1e. Comisión Nacional del Agua. México, 62 pp. anexos. Sitio en internet: www.cna.gob.mx/portal/switch.asp?param=4017.

- Farina, A. 1997. *Principles and Methods in Landscape Ecology*. Chapman & Hall. Londres. 235 pp.
- Forman, R. y M. Godron 1986. *Landscape Ecology*. Wiley & Sons. E.U.A. 617 pp.
- Fuentes, J. J. 2000. Evaluación del deterioro en áreas naturales protegidas. Un enfoque geomorfológico. El caso del Parque Nacional Pico de Tancitaro, Michoacán. Tesis de Maestría. Facultad de Filosofía y Letras, División de Estudios de Posgrado. Posgrado en Geografía. UNAM.
- 2000a. Obtención de la oferta hídrica en sitios con carencia de datos meteorológicos. Aplicación el caso del Pico de Tancitaro, Michoacán, México. Tesis Maestría Profesional en Levantamiento de Recursos Hídricos, Manejo y Conservación de Cuencas. ITC-CLAS-UMSS. Cochabamba, Bol. (www.umss.edu.bo/epubs/earths/htmls/37.html).
- García, E. 1986. *Apuntes de climatología*. Offset Larios S.A., México, D.F. 155 pp.
- 1981. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen* (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). CETENAL, 1970. Hoja Colima. Carta de Climas. Esc. 1:500,000. Comisión de Estudios del Territorio Nacional, Secretaría de la Presidencia.
- Garduño-Monroy, V.H., P. Ch. Corona, I. A. Israde, L. Menella, E. Arreygye, B. Bigioggero y S. Chiesa 1999. *Carta Geológica del Estado de Michoacán, Escala 1:250,000*. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, Inst. de Inv. Metalúrgicas. Morelia, Mich. 111 pp.
- Garibay, O. C. y G. Bocco 2000. Legislación ambiental, áreas protegidas y manejo de recursos en zonas indígenas forestales. El caso de la microregión del Pico de Tancitaro, Michoacán. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Documento técnico final.
- Goudie, A. 1994. *The Human Impact on the Natural Environment*. Cuarta edición. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts. 453 pp.
- Herrera, A. P. 2000. El agua en el Mundo. Tomado de: www.imta.mx/marco_aguamundo.htm.
- INEGI 2001. *X Censo General de Población y Vivienda. Integración Territorial. Datos por Localidad*. INEGI, Aguascalientes, México.
- INEGI-SEMARNAP 1997. *Estadísticas del Medio Ambiente*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Ags. 461 pp.
- Kulshreshtha, S. 1998. A global outlook for water resources to the year 2025. *Water resources management* 12: 167-184.
- McIntosh, P. 2001. *Water for the future: Four commonsense principles*. International Wildlife. Sep/Oct, Viena.

- Metternicht, G. I. 1996. Detecting and monitoring land degradation features and processes in the Cochabamba Valleys, Bolivia. A synergistic approach. International Institute for Aerospace Survey and Earth Science (ITC). Enschede, Holanda 390 p.
- Ortiz, R. G., F. Cruz y J. C. Valencia 1998. Aspectos relevantes de la política del agua en México, en el marco de desarrollo sustentable. Conferencia Internacional Agua y Desarrollo sostenible. París, 19-20-21 de Marzo de 1998.
- Scattolin, M. 1996. Studio geologico e morfometrico del settore centro occidentale della Meseta Tarasca, Michoacan, Messico. Tesi di Laurea. Università degli Studi di Milano, Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, Milan, Italia. 136 pp.
- Torres, A. y G. Bocco 1999. Cambio de uso de suelo por cultivo de aguacate en la Meseta Tarasca, Michoacán para los años de 1970 y 1990/92. En: Bocco G. y M. Mendoza, (1999). Evaluación de los cambios de la cobertura vegetal y uso del suelo en Michoacán (1975-1995). Lineamientos para la ordenación ecológica de su territorio. Programa SIMORELOS-CONACYT. Informe Técnico. Departamento de Ecología de los Recursos Naturales, Instituto de Ecología, UNAM, Campus Morelia. Michoacán, México. 50 pp más anexos.
- Vaux, H. 2002. A U.S. water research agenda for the twenty-first century *Environment* vol. 44(4): 32. mayo. Washington, D.C.
- Velázquez, A. 1997. Vegetación de la ladera norte del Pico de Tancítaro. Biología de Campo. Facultad de Ciencias. Informe de Biología de Campo. UNAM. México.

SIETE

Suelos: distribución, características y potencial de uso

Cristina Siebe, Gerardo Bocco, José Sánchez y Alejandro Velázquez

INTRODUCCIÓN

El suelo es la capa más superficial de la corteza terrestre y sobre la cual la acción conjunta de las condiciones atmosféricas y la actividad de los organismos modifican las propiedades de los materiales rocosos de la litosfera. El suelo, aunque únicamente abarca una proporción pequeña de la corteza terrestre (entre 30 y 120 cm mayoritariamente), cumple con importantes funciones en los ecosistemas (Schlichting 1978, Brady y Weill 1996): a) da soporte a las plantas y las abastece con agua, oxígeno y nutrimentos; b) es hábitat de numerosos organismos, desde especies de la microflora y fauna, hasta especies de mesofauna (lombrices, hormigas, ácaros, colémbolos, entre otros) y macrofauna (como mamíferos fosoriales, aves y reptiles); c) funge como regulador del ciclo hidrológico, dado que permite la infiltración del agua pluvial y retiene una parte de la misma contra la fuerza de gravedad en el espacio radical de las plantas, mientras que filtra la otra parte para destinarla a la recarga del acuífero; d) los procesos bioquímicos que ocurren en el suelo transforman la hojarasca y los cadáveres de animales en compuestos más simples, con lo que se reciclan los nutrimentos que los componen y e) el suelo da soporte físico a la infraestructura y sirve como depósito de desechos producto de las diversas actividades humanas.

De lo anterior se deduce que el suelo es un recurso natural de vital importancia para la humanidad dado que es el sustrato que soporta las actividades agrícolas, pecuarias y forestales así como la infraestructura urbana, de caminos y de depósito. Las características de los suelos en un área específica de la corteza terrestre determinan las funciones que pueden desarrollar, definen sus usos potenciales y son la base para establecer las prácticas de manejo que llevarán a un aprovechamiento óptimo de este recurso natural. El conocimiento de la distribución de los suelos y de sus propiedades es, por lo tanto, un componente crucial para definir el plan de manejo de cualquier territorio.

De igual forma es importante considerar que las prácticas inadecuadas de manejo del suelo han llevado a la degradación de este recurso en áreas extensas a nivel global. La preocupación de los sectores sociales ante la crisis ambiental que enfrentamos hace necesaria la búsqueda de nuevas alternativas que propicien la protección, conservación y uso adecuado de los recursos naturales, incluyendo al suelo. Entre ellas destaca que la planeación del manejo de los recursos naturales es un proceso participativo entre todos los sectores involucrados, partiendo de los usuarios y propietarios de la tierra, los sectores académicos y las autoridades locales (Eger *et al.* 1996, Bocco *et al.* 2000).

La Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, es una comunidad forestal purépecha que ha desarrollado un manejo planificado de sus bosques con un éxito sorprendente (Velázquez *et al.* 2001). Recientemente, se ha preocupado por buscar alternativas de manejo, conservación y aprovechamiento del bosque que le permitan diversificar sus actividades productivas. Es un área caracterizada por un vulcanismo reciente, dominada por derrames lávicos y conos cineríticos en clima templado (Williams 1950, Bocco *et al.* 1998), lo que le da una particularidad a la zona, ya que gran parte de los suelos se encuentra influenciada por derrames lávicos y depósitos de cenizas volcánicas de espesor variable. Estas cenizas han sepultado a los suelos formados a partir de depósitos proclásticos más antiguos. En zonas localizadas las cenizas son erosionadas y redepositadas en los valles mezcladas con material edáfico de la antigua superficie (Segerstrom 1960). La actividad volcánica reciente confiere, por lo tanto, características particulares a los suelos de la comunidad, que a su vez, requieren de prácticas de manejo diferenciadas y condicionan sus usos potenciales.

Este capítulo es parte de una investigación participativa de análisis y planeación para el aprovechamiento integral sustentable de los recursos naturales de esta comunidad indígena, que viene desarrollando desde

1994 el Departamento de Recursos Naturales del Instituto de Ecología de la UNAM, Campus Morelia y algunas otras instituciones, como en este caso el Instituto de Geología de la misma universidad, en coordinación con técnicos y autoridades de la propia localidad. El objetivo central de este trabajo fue añadir el componente suelos al levantamiento geomorfológico realizado previamente para generar un mapa morfopedológico de la superficie que abarca la comunidad a escala media. Además se caracterizaron los suelos asociados a las diferentes unidades geomorfológicas mediante la descripción y análisis de perfiles tipo y se evaluó la calidad del sitio para identificar las principales limitaciones que condicionan sus potenciales de uso.

MATERIALES Y MÉTODOS

LA ZONA DE ESTUDIO

El macroclima en el área de la comunidad reportado por García (1988) es Cw2 big que corresponde a los templados frescos con abundantes lluvias en verano. La zona localizada al sur de la comunidad, que altitudinalmente se encuentra más baja, corresponde a un clima (A) C(m) (w), semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, mientras que en zonas que presentan elevaciones superiores a los 2,700 msnm y que rodean a la CINSJP la parte noroeste (cerro Tancítaro) presentan temperaturas medias anuales más bajas y mayor incidencia de heladas en el periodo invernal. Este macroclima determina la densidad y el tipo de la cobertura vegetal, así como el uso del suelo en la comunidad, de tal forma que a altitudes mayores de 2,700 msnm se presentan bosques de pino y abeto, mientras que entre los 2,700 y 2,000 msnm además de los bosques de pino-encino hay agricultura de temporal (predominantemente maíz), y en la zona oeste pastizales extensivos, mientras que en la parte norte de la estabilidad hay también cultivos perennes, como huertas de durazno, en el sur de la comunidad se presentan elevaciones menores a los 2,000 msnm con bosques de pino-encino así como cultivos perennes (huertas de aguacate) y en la zona de barrancas se encuentra bosque con elementos de mesófilo.

Los materiales piroclásticos son de composición andesítica, andesítico-basáltica y basáltico-olivínica y su edad va del Plio-Pleistoceno al Reciente (Williams 1950). La erupción del volcán Parícutín entre 1943 y 1952 produjo derrames lávicos que abarcan aproximadamente 24 km² y depositó cenizas volcánicas en una extensión alrededor de

350 km², con espesores mayores a dos m en zonas en un radio de entre tres y seis km del cono (Segerstrom 1950, Rees 1979 en Luhr y Simkin 1993), que afectaron predominantemente la parte norte y en menor medida también la parte central de Nuevo San Juan. Los terrenos en la sección sur de la comunidad presentan una influencia escasa a nula de cenizas volcánicas de la erupción del Parícutín.

LEVANTAMIENTO DE SUELOS

El levantamiento de suelos se realizó siguiendo métodos estandarizados a escalas semi-detalladas (Breimer *et al.* 1986, Schlichting *et al.* 1995). Para ello se tomaron como base las unidades espaciales que resultaron de la regionalización geomorfológica de la comunidad (ver en esta misma obra: Rosete, Sanchez y Bocco. El sistema automatizado de evaluación de tierras y mapa 1 en el encarte a color). Igualmente se tomó en cuenta el mapa litocronológico elaborado con base en el trabajo de Williams (1950) y observaciones de campo por Bocco y otros (1998). Se describieron perfiles de suelo en cada unidad de paisaje así definida y se estableció el tipo de suelo dominante de cada unidad espacial. También se consideraron los mapas de distribución de cenizas de la erupción del Parícutín (Segerstrom 1950).

Se describieron de uno a diez perfiles en cada una de las principales unidades espaciales (34 perfiles en total) en función de la superficie abarcada y las unidades de menor superficie así como los límites entre unidades se verificaron por medio de barrenaciones (87 en total). La descripción de perfiles se realizó mediante la identificación de la secuencia de horizontes y la descripción de sus propiedades siguiendo lo prescrito en el Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo (Siebe *et al.* 1996). La clasificación de los suelos se hizo de acuerdo con la FAO (1988) y la caracterización edafocológica del sitio según Siebe *et al.* (1996). Finalmente, una selección de los perfiles descritos en campo se muestreó por horizonte genético, tomando muestras sin perturbar con cilindros de 100 cm³ y muestras perturbadas en bolsas de plástico.

ANÁLISIS DE LABORATORIO

Las muestras de suelo perturbadas se conservaron a humedad de campo y se les hicieron las siguientes determinaciones en laboratorio siguiendo los procedimientos de rutina que se señalan a continuación:

Valor pH: el valor pH de las muestras de suelo se determinó potenciométricamente en una solución de cloruro de calcio 0.01 M en el sobrenadante de una suspensión relación suelo: solución de 1 a 2.5 a temperatura ambiente según Schlichting *et al.* (1995).

Cationes intercambiables: los cationes intercambiables (Ca, Mg, K, Na, H y Al) se determinaron en un extracto de cloruro de amonio 1 M, relación suelo: 1:10, por espectrofotometría de absorción atómica (Ca, Mg, Al), flamometría (Na y K) o potenciométricamente (H), según Schlichting *et al.* (1995).

Capacidad de intercambio catiónico efectiva (CIC efectiva): se calculó a través de la suma de los cationes intercambiables.

Contenido de carbón orgánico (Corg y materia orgánica (m.o.): se realizó una oxidación vía húmeda con $K_2Cr_2O_7$ 2 N durante 90 minutos a una temperatura de 120 °C y posteriormente se determinaron fotométricamente los iones Cr^{3+} a una longitud de onda de 578 nm. La concentración de carbono se calculó por medio de una curva de calibración elaborada con glucosa (Schlichting *et al.* 1995). El contenido de materia orgánica se obtuvo multiplicando el contenido de carbono orgánico por el factor 1.724.

Contenido de nitrógeno total (Nt): se realizó una digestión de la muestra con ácido sulfúrico concentrado. Posteriormente se recuperó el nitrógeno en forma de NH_4 por destilación adicionando sosa y se determinó por titulación según el método de Kjeldahl (ISRIC 1992).

Contenido de fósforo disponible (Pdisp): se realizó una extracción con una solución de NH_4F 0.03 N y HCl 0.025 N según Bray y Kurtz, y se determinó el P por colorimetría en forma de complejo de molibdato de amonio usando $SnCl_2$ como reductor (Jackson 1958).

Fijación de fósforo (Pfij): las muestras se equilibraron con una solución de KH_2PO_4 (relación suelo solución 1:10) durante 24 horas. Posteriormente se determinó por colorimetría el fósforo que quedó en la solución en forma de complejo de molibdato de amonio usando $SnCl_2$ como reductor (Jackson 1958). El porcentaje de fijación de fósforo se calculó por diferencia del fósforo adicionado originalmente y el determinado en la solución (Blakemore *et al.* 1981).

Si, Fe, Al y Mn asociados a óxidos amorfos de origen pedogenético (SiO , FeO , MnO , AlO): se hizo una extracción a temperatura ambiente y en la oscuridad con oxalato de amonio 0.2 N a pH 3.25 según Tamm modificado por Schwertmann (Schlichting *et al.* 1995) y se determinó el Si, Fe, Al y Mn por espectrofotometría de absorción atómica.

Densidad real (d.r.): determinación gravimétrica con picnómetros (ISRIC 1992).

Densidad aparente (d.a.): determinación gravimétrica usando muestras inalteradas tomadas con cilindros de 100 ml de capacidad después de secar la muestra a 105 °C hasta obtener peso constante.

Porosidad total: se calculó a partir de la densidad real (d.r.) y aparente (d.a.) según la siguiente ecuación (Schlichting *et al.* 1995): porosidad total = $100 - ((d.a. \times 100)/d.r.)$

Capacidad de aireación, capacidad de retención total de agua y capacidad de retención de agua aprovechable: se estimó a partir de las texturas estimadas con la prueba al tacto hecha en campo y los contenidos de materia orgánica y densidades aparentes determinadas en laboratorio usando las tablas de referencia citadas en Siebe *et al.* (1996).

Las respectivas cantidades de materia orgánica, nitrógeno total, fósforo disponible, bases intercambiables, aluminio y hierro extractables con oxalato contenidas por metro cuadrado y el espesor del solum o el horizonte Bw se calcularon multiplicando las respectivas concentraciones en la tierra fina con el espesor y la densidad aparente de cada horizonte y sumando las cantidades obtenidas en todos los horizontes de cada perfil estudiado.

La evaluación de los datos obtenidos para fines de la definición de potenciales de uso se hizo según Pagel *et al.* 1982.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para presentar los resultados del levantamiento de suelos se dividió al territorio de la comunidad en dos secciones, en función de la influencia recibida durante la erupción del volcán Parícutín, las cuales en lo siguiente se denominan parte norte y parte sur.

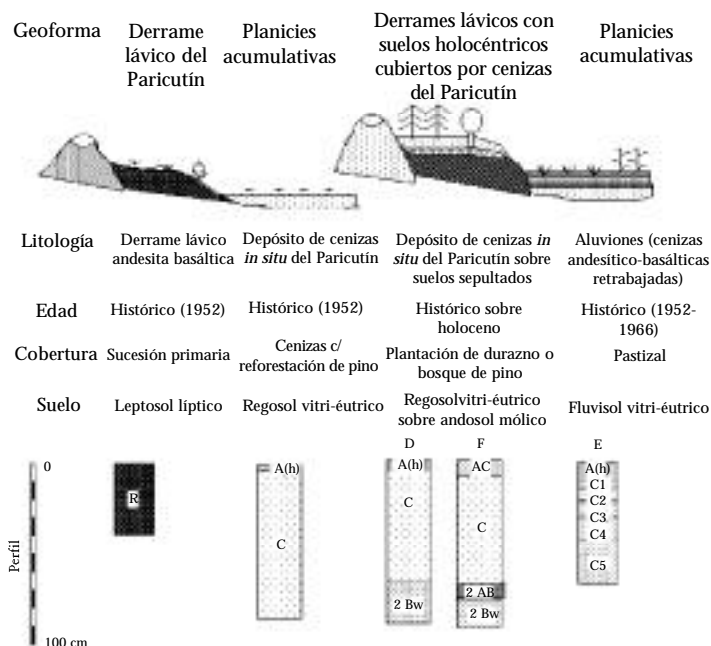
La parte norte es la que muestra una fuerte influencia de la erupción del Parícutín y consiste en depósitos de cenizas volcánicas de espesores mayores a 30 cm así como una superficie de casi 25 km² cubierta por derrames lávicos. Esta zona comprende los flancos expuestos hacia el norte de los cerros Parí y Prieto así como todos los terrenos septentrionales a los mismos. Se distinguieron cuatro unidades mayores de paisaje en esta zona con las siguientes unidades de suelo (figura 1):

- a) Leptosoles líticos desarrollados sobre los derrames lávicos del Parícutín,

- b) Regosoles vitri-éutricos en planicies acumulativas cubiertas con cenizas del Paricutín depositadas *in situ*,
- c) Regosoles vitri-éutricos de espesores entre 30 y 60 cm sobre andosoles mólicos en derrames lávicos de conos más antiguos al Paricutín, los cuales fueron cubiertos por las cenizas de éste, y
- d) Fluvisoles vitri-éutricos en planicies acumulativas formados a partir de aluviones producidos por la intensa erosión tanto de las cenizas del Paricutín como de los antiguos suelos sepultados por éstas, que tuvo lugar principalmente entre 1946 y 1966 (Segerstrom 1950 y 1960).

En la figura 1 se muestra el mapa morfopedológico del territorio de la comunidad, donde se ubican las unidades de paisaje con las unidades de suelo que les corresponden así como los perfiles descritos y analizados. Los datos de laboratorio de los perfiles tipo de la parte norte se detallan en el cuadro 1.

FIGURA 1. UNIDADES DE PAISAJE Y SUELOS TIPO DE LA SECCIÓN NORTE DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO



CUADRO 1. DATOS DE LABORATORIO DE LOS PERFILES TIPO DE LA SECCIÓN NORTE DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

Nº. MUESTRA	HORI-ZONTE	PROFUNDIDAD [CM]	PIEDRAS [%]	D.A. [G CM ³]	D.R. [G CM ³]	POROSIDAD [VOL.%]	TEXTURA CAMPO	Si _o	Al _o [MG G ⁻¹]	Fe _o	Mn _o [MG KG ⁻¹]
Perfil D Lavas del Curitzerán											
10	A(h)	0 - 4	0	1.26	2.93	57.0	Af	9.2	21.6	0.65	7
11	C	4 - 60/65	0	1.26	2.75	54.2	Af	7.5	14.7	0.40	0
12	2Bw	60/65 - 89	2	0.65	2.51	74.1	CL	7.0	19.7	2.85	232
Perfil F Mesa del Cuzato											
16	AC	0 - 11	0	1.29	1.69	23.7	Af	7.7	13.4	0.60	5
17	C	11 - 66	2	1.30	2.64	50.8	A	7.2	13.9	1.20	105
18	2AB	66 - 71	3	0.85	2.45	65.3	C - CL	5.6	22.1	1.70	130
19	2 Bw	71 - 100	1	0.80	2.47	67.6	CL	6.4	23.0	1.90	240
Perfil E Planicie del Geólogo											
13	Ah	0 - 10	0	0.93	2.64	64.8	CLf	7.9	20.1	2.10	118
14	C1	10 - 30	0	0.99	2.64	62.5	CA	6.7	12.7	0.95	40
15	C2	30 - 57	0	0.90	2.63	65.8	AC	6.8	13.0	0.65	30

(Continúa)

CUADRO 1. DATOS DE LABORATORIO DE LOS PERFILES TIPO DE LA SECCIÓN NORTE DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUITIRO

No. MUESTRA	HORI-ZONTE	PROFUNDIDAD [CM]	pH (CaCl ₂)	CO ₂ G [%]	N _T [%]	C/N	M.O. [KG.M ⁻²]	N _t [KG.M ⁻²]	P _{DISP} [MG.KG ⁻¹]	P _{DISP} [G.M ⁻²]	P _{PIJ} [%]
Perfil D Lavas del Curitzerán											
10	A(h)	0 - 4	4.95	0.94	0.06	15.7	0.82	0.03	10.47	0.53	1
11	C	4 - 60/65	5.31	0.01	0.04	0.3	0.13	0.29	9.23	6.80	1
12	2Bw	60/65 - 89	5.18	3.22	0.16	20.1	13.26	0.38	0.21	0.05	95
Perfil F Mesa del Cruzato											
16	AC	0 - 11	5.62	0.77	0.07	11.0	1.88	0.10	9.06	1.29	8
17	C	11 - 66	5.37	0.1	0.03	3.3	1.21	0.21	12.67	8.88	3
18	2AB	66 - 71	5.27	1.76	0.14	12.6	1.25	0.06	1.45	0.06	89
19	2 Bw	71 - 100	5.51	1.45	0.13	11.2	5.74	0.30	0.96	0.22	92
Perfil E Planicie del Geólogo											
13	Ah	0 - 10	5.14	2.21	0.13	17.0	3.54	0.12	3.85	0.36	56
14	C1	10 - 30	5.26	1.94	0.13	14.9	6.62	0.26	1.6	0.32	63
15	C2	30 - 57	5.59	0.22	0.06	3.7	2.39	0.38	17.79	11.21	12

(Continúa)

CUADRO 1. DATOS DE LABORATORIO DE LOS PERFILES TIPO DE LA SECCIÓN NORTE DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUITIRO

Nº. MUESTRA	HORI-ZONTE	PROFUNDIDAD [CM]	Ca _{INT}	Mg _{INT}	K _{INT}	Na _{INT} [CMOLC KG ⁻¹]	H _{INT}	Al _{INT}	CIC EFECTIVA	CIC [EQ.M ⁻²]
Perfil D Lavas del Curitzerán										
10	A(h)	0 - 4	0.5	0.2	0.04	0.03	0.006	0.00	0.78	0.04
11	C	4 - 60/65	0.1	0.05	0	0.06	0.006	0.00	0.22	0.16
12	2Bw	60/65 - 89	3.7	1.7	0.15	0.15	0.006	0.00	5.71	1.36
Perfil F Mesa del Cuzato										
16	AC	0 - 11	0.6	0.3	0.03	0.04	0.016	1.92	2.91	0.41
17	C	11 - 66	0.1	0.1	0.01	0.04	0.006	0.00	0.26	0.18
18	2AB	66 - 71	2.6	1.4	0.16	0.09	0.005	1.60	5.85	0.24
19	2 Bw	71 - 100	3.2	1.4	0.16	0.09	0.003	0.00	4.85	1.11
Perfil E Planicie del Geólogo										
13	Ah	0 - 10	2.4	0.4	0.26	0.08	0.006	0.00	3.15	0.29
14	C1	10 - 30	2.9	0.5	0.14	0.09	0.005	0.00	3.64	0.72
15	C2	30 - 570.8	0.2	0.04	0.05	0.004	0.00	1.09	0.69	

d.a.: densidad aparente. Si_o: sílice extractable con oxalato. Fe_o: hierro extractable con oxalato. d.r.: densidad real. Al_o: aluminio extractable con oxalato. Mn_o: manganeso extractable con oxalato. Clases texturales: Af: arena fina; A: arena; AC: arena franca; CA: franco-arenosa; C: franca; CL: franco limosa; CRL: franco arcillo limosa. CRA: franco arcillo arenosa; CR: franco arcilloso; RL: arcillo limosa. C_{org}: carbono orgánico. N_t: nitrógeno total. m.o.: materia orgánica. P_{disf}: fósforo disponible. P_{fi}: fijación de fósforo. Ca_{int}: calcio intercambiable. Mg_{int}: magnesio intercambiable. K_{int}: potasio intercambiable. Na_{int}: sodio intercambiable.

Los leptosoles líticos son suelos someros que presentan afloramientos de roca basáltico-andesítica en la mayor parte de su superficie. Únicamente en algunas hondonadas permanecen remanentes de las cenizas volcánicas que inicialmente cubrieron al derrame y se erosionaron en los años subsiguientes, al término de la actividad volcánica. Algunas especies pioneras comienzan a colonizar esta unidad pero aún no se distinguen evidencias de procesos formadores de suelo. El espacio radicular está limitado a fisuras y grietas dentro de la lava o a los depósitos de ceniza de poco espesor en las hondonadas. La capacidad de retención de agua es casi nula y se limita a los poros finos de la roca o de la capa de cenizas. El abastecimiento de agua de las plantas en estos sitios depende básicamente de la precipitación, lo cual los hace relativamente secos. La gran porosidad de la lava facilita la infiltración rápida del agua de lluvia, por lo que estos sitios están bien drenados y aireados. Dado que la formación de suelo se encuentra en su fase inicial, aún no se ha acumulado materia orgánica y la disponibilidad de nutrimentos está limitada al aporte atmosférico (nitrógeno) y a la disolución de minerales contenidos en la roca (fósforo y cationes básicos). Su potencial agrícola es nulo y el forestal se limita a la extracción de leña de las pocas especies arbustivas leñosas que han logrado colonizar el derrame lávico (Rees 1979, Velázquez *et al.* 2002). Esta zona se aprovecha actualmente como atractivo turístico y podría explotarse también como banco de piedra.

Los regosoles son suelos de desarrollo incipiente formados en las cenizas volcánicas emitidas mayoritariamente durante la primera fase eruptiva del Parícutín entre 1943 y 1945 (Luhr y Simkin 1993). Entre ellos distinguimos a aquellos que se han formado a partir de depósitos de cenizas de espesores mayores a 60 cm y que se localizan en planicies acumulativas de los conformados por depósitos de cenizas de entre 30 y 60 cm de espesor, que sobreyacen a antiguos suelos de tipo andosol mólico o háplico. Estos últimos están sobre superficies cumbrales y laderas de derrames lávicos basáltico-andesíticos de los diversos conos volcánicos de edad anterior al Parícutín ubicados en la parte norte de Nuevo San Juan (cerros Cuzato, Curupicho, Capatzin, Tzintzungo, entre otros). Distinguimos ambos tipos de regosoles por las diferencias que presentan en relación con las características edafocológicas del sitio, dados por los diferentes espesores de la ceniza y por el hecho de encontrarse o no yaciendo encima de un antiguo suelo de desarrollo más avanzado. Se analizaron muestras de suelo de dos perfiles tipo de esta unidad, los cuales corresponden a los perfiles D y F (figura 1 y cuadro

1) y se localizan sobre derrames lávicos de los cerros Curitzerán y Cuzato, respectivamente.

La capa de ceniza es de textura gruesa (arena franca a arena) lo que dificulta la penetración de las raíces, por lo que estos suelos se consideran de profundidad fisiológica moderada. Están bien drenados y aireados, pero tienen moderada capacidad de retención de agua disponible. El horizonte A es de desarrollo incipiente con un espesor de cuatro a once cm, bajo contenido de materia orgánica (<1%) y también de nitrógeno total (0.06-0.07%). Las cantidades de fósforo disponible son bajas (9-12 mg/kg) en términos absolutos; sin embargo, estos suelos están entre los de mayor contenido de fósforo disponible de toda la comunidad, lo que se explica por que las cenizas recientes suelen contener una pequeña cantidad de fósforo fácilmente solubilizable en extractos ácidos (Shoji et al. 1993) y que aún no se han formado minerales secundarios que fijen el fósforo; la capacidad de retención de este elemento determinada en estos suelos es menor a 10%. Los valores pH son moderadamente ácidos (5.0-5.6) y la capacidad de intercambio catiónico efectiva es muy baja (<1 cmolc/kg). Los contenidos de potasio intercambiable también son bajos

Los andosoles sepultados por las cenizas se caracterizan por tener texturas francas a franco limosas y contenidos de aluminio extractable con oxalato de 1.98 a 2.30% (cuadro 1). Lo anterior indica la presencia de minerales de bajo orden estructural, los cuales son característicos para los andosoles y se forman como producto del intemperismo de vidrios volcánicos contenidos en materiales piroclásticos bajo climas húmedos. También muestran un horizonte Ah con 3% a 5.6% de materia orgánica seguido por un horizonte Bw, densidades aparentes bajas (<0.9 g/cm³), contenidos bajos de fósforo disponible (<1.5 mg/kg) y una alta capacidad de fijación de fósforo (>85%) relacionada con la presencia de minerales secundarios de bajo orden estructural, a los cuales los iones fosfato se adsorben de forma específica. Presentan una alta capacidad de retención de agua disponible y altos contenidos de nutrimentos, sobre todo de nitrógeno (0.13%-0.16%), potasio (0.16 cmolc/kg) y magnesio intercambiable (1.4-1.7 cmolc/kg).

El principal problema en estos sitios cubiertos por cenizas recientes radica en el establecimiento de cultivos, ya que la textura gruesa de la capa de cenizas no permite que las raíces penetren con facilidad y tampoco retienen humedad suficiente para la germinación de las semillas. Asimismo, no aportan nutrimentos en cantidades suficientes; y especialmente los contenidos muy bajos de nitrógeno limitan el desarrollo de una cubierta vegetal.

En aquellos sitios en los que la capa de cenizas tiene espesores entre 30 cm y 60 cm, las limitaciones relacionadas con la baja capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nitrógeno son superadas por las plantas una vez que desarrollan un sistema radicular suficientemente profundo que traspase la capa de ceniza y penetre en los andosoles sepultados. Por otro lado, la capa de ceniza tiene mayores contenidos de fósforo disponible que los suelos sepultados, por lo que estos sitios presentan condiciones buenas para el desarrollo de vegetación arbustiva y arbórea.

Actualmente sólo se le da un uso forestal intensivo a aquellas zonas en las que la vegetación sobrevivió los eventos eruptivos del volcán Parícutín. Los sitios desprovistos de vegetación por causa de la erupción o por tala desmesurada han ido recuperando su condición original por procesos de sucesión natural y en pequeños fragmentos por programas de reforestación inducidos por la comunidad. Muchos sitios son difíciles ya que la profundidad de las arenas, la pendiente y el acceso hacen más compleja las labores de restauración y reforestación. Es necesario realizar prácticas de manejo para facilitar el establecimiento de las plántulas (en caso de reforestación) o la germinación de las semillas (en caso de uso agrícola) para restaurar estos sitios o retirar la capa de ceniza de la parcela. Estas prácticas de manejo incluyen sobre todo la introducción de materia orgánica al suelo, ya sea aplicando abonos de origen animal o incorporando biomasa vegetal (residuos de cosecha o abonos verdes) para mejorar el abastecimiento de nitrógeno y la capacidad de retención de agua. Estas acciones se han realizado en la comunidad de manera no sistematizada y sólo para un reducido grupo de áreas.

Rees (1979) describe los intentos realizados por los agricultores en las primeras dos décadas después de la erupción para recultivar, entre otras, las planicies acumulativas que presentan regosoles. Menciona que dichos intentos no fructifican en estos suelos dado que se requiere de mano de obra y espacios para depositar ceniza en caso de decidir remover la capa de ésta, o de una inversión monetaria demasiado grande para la compra de abono y fertilizante en caso de pretender cultivar o plantar en la capa de ceniza, así como de por lo menos tres ciclos agrícolas hasta lograr rendimientos que satisfagan las necesidades alimenticias y cubran los costos del fertilizante.

En algunos de los sitios que presentan capas de ceniza menores a 50 cm de espesor los comuneros han establecido huertos de durazno y aguacate, cavando sepas lo suficientemente profundas para traspasar la capa de cenizas y plantar los árboles en los suelos de tipo andosol sepultados.

Esta práctica ha resultado ser muy exitosa dado que sólo requiere de mano de obra intensiva al momento de establecer la plantación, pero no necesita gastos en abonos orgánicos ni fertilizantes.

Los fluvisoles vitriéuticos son suelos localizados sobre planicies acumulativas formadas por aluviones de cenizas volcánicas recientes retrabajadas. El perfil tipo del suelo es el E (figura 1). Presenta un horizonte A incipiente con mediana acumulación de materia orgánica (3.8%) y espesores entre cinco y diez cm, desarrollado sobre diversos horizontes C finamente estratificados con contenidos variables de materia orgánica y texturas de francas a franco arenosas o franco limosas en los primeros 50 a 60 cm de profundidad. Están formadas por material edáfico mezclado con las cenizas transportadas y representan distintos episodios de erosión severa ocurridos predominantemente en la década de los 1950 y 1960 (Segerstrom 1960). A mayor profundidad, las texturas son más gruesas (arena franca a arena gruesa), lo que indica que se trata de depósitos de ceniza *in situ*.

A diferencia de los regosoles vitriéuticos desarrollados sobre cenizas depositadas *in situ*, los fluvisoles, que contienen material edáfico de textura franca a franco arcillo limosa mezclado con las cenizas, muestran una mejor penetrabilidad de las raíces, por lo que son fisiológicamente más profundos. Por la misma razón, también tienen una mayor capacidad de retención de agua total (321 L/m²), y disponible (200 L/m²). También contienen más materia orgánica y con ello una mayor reserva de nitrógeno y otros nutrimentos asociados a ésta. En estos suelos el contenido de nitrógeno total es mediano (0.13%), los contenidos de fósforo disponible son bajos (3.9 a 1.6 mg/kg) y la fijación de fósforo es moderada. Lo anterior implica que del 56% al 63% del fósforo aplicado queda fijado en los minerales secundarios de tipo alófono heredados del suelo erosionado (deducido de los altos contenidos de aluminio y sílice extractables con oxalato, cuadro 1), y no se encuentra disponible para los cultivos.

Los valores pH son moderadamente ácidos (5.1 a 5.6) y la capacidad de intercambio catiónico efectiva es baja (3.1-3.6 cmolc/kg). Los contenidos de potasio intercambiable son moderados (0.26 cmolc/kg), pero su porcentaje de saturación es alto (8.3%) en los primeros diez cm del suelo, donde también se encuentra la mayor densidad de raíces finas. Los contenidos de magnesio intercambiable son moderados mientras que los de calcio son altos.

Por sus características, estos suelos son aptos tanto para uso agrícola de temporal como para pastizales, cuyo rendimiento probablemente

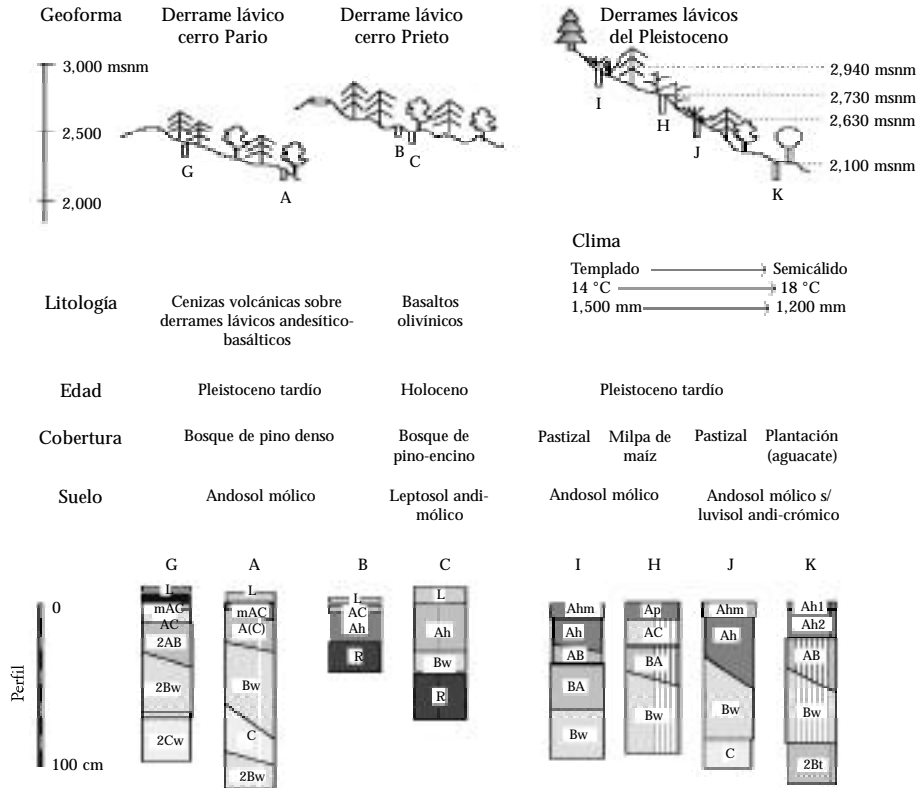
responderá favorablemente a aplicaciones de materia orgánica y a la fertilización conjunta de fósforo y nitrógeno. También es probable que los cultivos respondan a aplicaciones de potasio. Los fertilizantes fosfatados pueden dar una respuesta, dada la moderada fijación de fósforo; sin embargo, es recomendable aplicarlos en bandas y usando formulaciones de solubilización lenta. Rees (1979) reporta que estos suelos fueron recultivados con éxito pocos años después del término de la fase eruptiva del Parícutín, proporcionando rendimientos de hasta 2.8 t ha^{-1} , aplicando 40 kg de nitrógeno y fósforo por hectárea e incorporando los residuos de la cosecha al suelo, siempre y cuando se establecían barreras con madera y arbustos para proteger a las parcelas del aporte súbito de sedimentos en eventos torrenciales durante el ciclo agrícola. Hoy se utilizan de manera exitosa dentro de las prácticas de manejo forestal con una alta aportación de servicios ambientales asociados tales como la recarga de agua, inhibición a la erosión y apoyo a las acciones de ecoturismo.

En la parte sur de la comunidad, los suelos presentan una influencia de ceniza volcánica del Parícutín mucho menor (figura 2 y cuadro 2). Solo en la parte central de la CINSJP correspondiente a las partes altas de los cerros Parío y Prieto y al piedemonte del cerro Tancítaro que tienen cobertura de bosque, se encuentran paquetes de ceniza *in situ* de entre 5 y 15 cm de espesor cubriendo a los suelos. En los suelos utilizados para fines agrícolas, la labranza ha incorporado la ceniza al suelo y la influencia de ésta se denota solo por una textura más gruesa en el primer horizonte del suelo en comparación con subsiguientes. En la sección meridional de la comunidad no se observan evidencias de depósitos de ceniza.

Con base en criterios litocronológicos distinguimos las siguientes tres unidades de paisaje mayores en esta sección:

- a) derrames lávicos del cerro Prieto de edad holocénica y composición basáltico-olivínica en la parte central,
- b) derrames lávicos del cerro Parío de edad pleistocénica y composición andesítico basáltica en la parte oriental, los cuales se encuentran cubiertos por un paquete de ceniza volcánica de espesor importante ($>1 \text{ m}$), del cual asumimos proviene del cerro Tumbiscatillo, y
- c) derrames lávicos correspondientes a los cerros Tancítaro, La Alberca, Tejamanil y San Nicolás en la parte occidental, de edad también pleistocénica y composición andesítico-basáltica, pero sin cubierta de cenizas más recientes.

FIGURA 2. UNIDADES DE PAISAJE Y SUELOS TIPO DE LA SECCIÓN SUR DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO



CUADRO 2. DATOS DE LABORATORIO DE LOS PERFILES TIPO DE LA SECCIÓN SUR DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

No. MUESTRA	HORI-ZONTE	PROFUNDIDAD [CM]	PIEDRAS [%]	D.A. [G CM ³]	D.R. [G CM ³]	POROSIDAD [VOL.%]	TEXTURA CAMPO	Si _o	Al _o [MG G ⁻¹]	Fe _o	MN _o [MG KG ⁻¹]
Perfil G Cerro de Pario											
20	A(M)	0 - 5/7	2	1.07	2.76	61.2	AC	6	13.5	0.85	71
21	AC	5/7 - 15	2	1.25	2.77	54.9	A	6.4	14.7	1.6	38
22	2AB	15 - 31/40	1	0.83	2.56	67.6	CL - CRL	14.1	32.4	6.65	265
23	2Bw	31/40 - 70	2	0.69	2.62	73.7	CL	7.5	20.9	1	67
24	2Cw	70 - >92	0	1.10	2.71	59.4	CL	5.9	14.7	1.55	40
Perfil A Lavas del Pario											
1	A (M)	0 - 3/4	1	0.93	2.7	65.6	CA	9.7	22.5	2.8	11
2	A (C)	3/4 - 21/28	1	0.89	2.76	67.8	CA	9	21.4	2.45	9
3	Bw	21/28 - 58/86	1	0.93	2.79	66.7	C - CA	8.5	22.6	2.7	10
4	C	58/86 - 90/95	1	1.00	2.72	63.2	AC	8.5	19.7	2.15	52
5	2Bw	> 115	3	0.90	2.58	65.1	C - CL	7.7	17.5	1.9	114

(Continúa)

CUADRO 2. DATOS DE LABORATORIO DE LOS PERFILES TIPO DE LA SECCIÓN SUR DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

No. MUESTRA	HORI- ZONTE	PROFUNDIDAD [CM]	PIEDRAS [%]	D.A. [G CM ³]	D.R. [G CM ³]	POROSIDAD [VOL%]	TEXTURA CAMPO	Si _o	Al _o [MG G ⁻¹]	Fe _o	Mn _o [MG KG ⁻¹]
Perfil B Lavas del Cerro Prieto											
6	A (C)	0 - 4/10	1	0.82	2.81	70.8	Af	9.6	16.1	1	38
7	Ah	4/10 - 11/26	50	0.80	2.67	70.0	C	9	23.2	2.15	198
	R	> 11/26	100								
Perfil C Lavas del Cerro Prieto											
8	A (h)	0 - 28/40	1	0.87	2.72	68.0	C - CA	13.2	26.5	1.65	127
9	Bw	28/40 - 57/75	10	0.73	2.65	72.5	C - CA	8	24.4	2.3	182
Perfil I Pie del cerro Tepetate (Huiramo)											
30	A(h)M	0 - 10	1	0.95	2.46	61.4	CL	9.2	16.8	5.15	217
31	A (h)	10 - 31/36	0	0.81	2.32	65.1	C	11	23.4	8.2	388
32	AB	31/36 - 40	0	0.54	2.25	76.0	CRL	8.2	40	9.6	326
33	BA	40 - 73	1	0.54	2.2	75.5	CRL	11	36.1	9.9	390
34	Bw	73 - >101	1	0.61	2.55	76.1	CR	10.7	36.4	9.9	250

(Continúa)

CUADRO 2. DATOS DE LABORATORIO DE LOS PERFILES TIPO DE LA SECCIÓN SUR DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUITIRO

No. MUESTRA	HORI- ZONTE	PROFUNDIDAD [CM]	PIEDRAS [%]	D.A. [G CM ³]	D.R. [G CM ³]	POROSIDAD [Vol.%]	TEXTURA CAMPO	Si _o [MG G ⁻¹]	Al _o [MG G ⁻¹]	Fe _o [MG KG ⁻¹]	Mn _o [MG KG ⁻¹]
Perfil H Zona agrícola arriba de Tizcato											
26	Ap	0 - 16	2	1.00	2.51	60.2	CA	8.5	15.5	0.65	75
27	AC	16 - 29	0	1.25	2.62	52.3	AC	8.8	16.3	1.15	85
28	2AB	29 - 45/56	0	0.80	2.32	65.5	GRL	6.8	17.3	1.15	95
29	2Bw	45/56 - >97	0	0.90	2.27	60.4	GRL	6	16.9	0.9	59
Perfil J camino al Tejamanil											
35	AhM	0 - 10	4	1.00	2.58	61.2	C	10.4	16.8	6.3	238
36	Ah	10 - 36/57	4	0.84	2.56	67.2	C	9.5	30.6	8.85	265
37	Bw	30/57 - 85	1	0.66	2.48	73.4	GRA	9.7	38.7	10.2	228
38	C	85 - >100	3	1.00	2.54	60.6	AC	9.6	24.7	10.5	173
Perfil K antes del Fresno											
39	Ah1	0 - 5	1	0.72	2.43	70.4	CA	9.2	32.5	7.3	309
40	Ah2	5 - 25	3	0.72	2.52	71.4	C	9.6	31	7.5	315
41	AB	25 - 41/56	3	0.72	2.49	71.1	CL	10	36.1	7.8	369
42	Bw	41/58 - 90	3	0.83	2.46	66.3	CR	11.3	37.7	8.9	485
43	2Bt	90 - >125	3	0.57	2.04	72.1	RL	10.3	31.5	10.6	588

d.a.: densidad aparente; Si_o: sílice extractable con oxalato; Fe_o: hierro extractable con oxalato; d.r.: densidad real; Al_o: aluminio extractable con oxalato; Mn_o: manganeso extractable con oxalato. Clases texturales: Af: arena fina; A: arena; AC: arena franca; CA: franco-arena; C: franca; CL: franco limosa; CRL: franco arcillo limosa; CRA: franco arcillo arenosa; CR: franco arcilloso; RL: arcillo limosa.

CUADRO 2. DATOS DE LABORATORIO DE LOS PERFILES TIPO DE LA SECCIÓN SUR DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN DE PARANGARICUITIRO, MICH.

No. MUESTRA	HORI-ZONTE	PROFUNDIDAD [CM]	pH (CaCl ₂)	C _{ORG} [%]	N _t [%]	C/N	M.O. [KG M ⁻²]	N _t [KG M ⁻²]	P _{DISP} [MG KG ⁻¹]	P _{DISP} [G M ⁻²]	P _{RH} [%]
Perfil G Cerro de Parío											
20	A(M)	0 - 5/7	5.05	1.20	0.07	17.1	1.30	0.04	8.82	0.55	30
21	AC	5/7 - 15	5.34	0.27	0.02	13.5	0.51	0.02	11.83	1.30	17
22	2AB	15 - 31/40	5.46	3.34	0.16	20.9	9.70	0.27	0.49	0.08	92
23	2Bw	31/40 - 70	5.57	1.60	0.11	14.5	6.44	0.26	0.71	0.17	96
24	2Cw	70 - >92	5.60	0.22	0.04	5.5	1.25	0.13	2.04	0.67	63
Perfil A Lavas del Parío											
1	A (M)	0 - 3/4	5.42	2.29	0.13	17.6	1.27	0.04	14.07	0.45	51
2	A (C)	3/4 - 21/28	5.43	1.76	0.13	13.5	5.61	0.24	6.45	1.19	48
3	Bw	21/28 - 58/86	5.74	1.09	0.06	18.2	8.22	0.26	2.55	1.12	58
4	C	58/86 - 90/95	5.71	0.01	0.01	1.0	0.03	0.02	1.95	0.40	32
5	2Bw	> 115	5.86	0.41	0.04	10.3	0.46	0.03	4.54	0.30	63
Perfil B Lavas del Cerro Prieto											
6	A (C)	0 - 4/10	5.13	1.02	0.09	11.3	1.00	0.05	12.41	0.71	13

(Continúa)

CUADRO 2. DATOS DE LABORATORIO DE LOS PERFILES TIPO DE LA SECCIÓN SUR DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUITIRO, MICH.

No. MUESTRA	HORI-ZONTE	PROFUNDIDAD [CM]	pH (CaCl ₂)	C _{ORG} [%]	N _T [%]	C/N	M.O. [KG M ⁻²]	N _t [KG M ⁻²]	P _{DISP} [MG KG ⁻¹]	P _{DISP} [G M ⁻²]	P _{RI} [%]
7	Ah	4/10 - 11/26	5.30	4.52	0.24	18.8	3.58	0.11	1.67	0.08	94
	R	> 11/26									
Perfil C Lavas del Cerro Prieto											
8	A(h)	0 - 28/40	2.19	0.11	19.9	11.06	0.32	2.73	0.80		65
9	Bw	28/40 - 57/75	1.75	0.10	17.5	6.34	0.21	0.99	0.21		81
R											
Perfil I Pie del cerro Tepetate (Huiramo)											
30	A(h)M	0 - 10	7.50	0.47	16.0	12.16	0.44	11.03	1.04		77
31	A (h)	10 - 31/36	7.63	0.49	15.6	25.04	0.93	1.36	0.26		94
32	AB	31/36 - 40	6.23	0.47	13.3	3.77	0.16	0.42	0.01		99
33	BA	40 - 73	5.73	0.38	15.1	12.15	0.47	0.53	0.07		98
34	Bw	73 - >101	1.70	0.23	7.4		4.78	0.38	0.31	0.05	99

(Continúa)

CUADRO 2. DATOS DE LABORATORIO DE LOS PERFILES TIPO DE LA SECCIÓN SUR DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUITIRO

No. MUESTRA	HORI-ZONTE	PROFUNDIDAD [CM]	pH (CaCl ₂)	C _{org} [%]	N _t [%]	C/N	M.O. [KG M ⁻²]	N _t [KG M ⁻²]	P _{disp} [MG KG ⁻¹]	P _{disp} [G M ⁻²]	P _{fit} [%]
Perfil H Zona agrícola arriba de Tizcato											
26	Ap	0 - 16	5.04	2.16	0.16	13.5	5.84	0.25	8.22	1.29	63
27	AC	16 - 29	5.11	1.22	0.12	10.2	3.42	0.20	10.32	1.68	39
28	2AB	29 - 45/56	5.11	5.12	0.50	10.2	14.83	0.84	1.18	0.20	99
29	2Bw	45/56 - >97	5.51	2.63	0.16	16.4	20.20	0.71	0.21	0.09	97
Perfil J camino al Tejamani											
35	AhM	0 - 10	5.28	2.77	0.21	13.2	4.58	0.20	3.17	0.30	73
36	Ah	10 - 36/57	5.34	2.80	0.20	14.0	14.21	0.59	4.18	1.23	85
37	Bw	30/57 - 85	5.69	0.45	0.07	6.4	1.95	0.18	1.53	0.38	93
38	C	85 - >100	5.71	0.32	0.05	6.4	0.80	0.07	5.33	0.78	63
Perfil K antes del Fresno											
39	Ah1	0 - 5	5.60	6.78	0.35	19.4	4.17	0.12	0.71	0.03	81
40	Ah2	5 - 25	5.53	3.22	0.21	15.3	7.75	0.29	0.89	0.12	86
41	AB	25 - 41/56	5.69	2.20	0.16	13.8	6.22	0.26	0.89	0.15	89
42	Bw	41/58 - 90	5.80	0.53	0.14	3.8	3.05	0.47	0.21	0.07	94
43	2Bt	90 - >125	5.89	0.25	0.07	3.6	0.24	0.04	0.45	0.02	95

C_{org}: carbono orgánico. N_t: nitrógeno total. m.o.: materia orgánica. P_{disp}: fósforo disponible. P_{fit}: fijación de fósforo.

CUADRO 2. DATOS DE LABORATORIO DE LOS PERFILES TIPO DE LA SECCIÓN SUR DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

No. MUESTRA	HORI-ZONTE	PROFUNDIDAD [CM]	$C_{A_{INT}}$	$M_{G_{INT}}$	K_{INT}	$N_{A_{INT}}$ [CMOLC KG ⁻¹]	H_{INT}	$A_{L_{INT}}$	CIC EFEC-TIVA	CIC [EQ M ⁻²]
Perfil G Cerro de Pario										
20	A(M)	0 - 5/7	0.5	0.2	0.06	0.04	0.005	0.00	0.81	0.05
21	AC	5/7 - 15	0.2	0.1	0.02	0.06	0.004	0.00	0.38	0.04
22	2AB	15 - 31/40	3.8	0.6	0.1	0.08	0.002	0.00	4.58	0.77
23	2Bw	31/40 - 70	2.7	0.6	0.16	0.08	0.002	0.00	3.54	0.83
24	2Cw	70 - >92	1.5	0.3	0.05	0.07	0.002	0.00	1.92	0.63
Perfil A Lavas del Pario										
1	A (M)	0 - 3/4	4.2	1.9	0.21	0.09	0.003	0.00	6.40	0.21
2	A (C)	3/4 - 21/28	3.1	1.4	0.25	0.09	0.003	0.00	4.84	0.90
3	Bw	21/28 - 58/ 86	3.1	1.2	0.5	0.09	0.002	0.00	4.89	2.14
4	C	58/86 - 90/95	1.9	0.6	0.2	0.08	0.003	0.00	2.78	0.56
5	2Bw	> 115	5.8	2.3	0.8	0.08	0.002	0.00	8.98	0.59
Perfil B Lavas del Cerro Prieto										
6	A (C)	0 - 4/10	2	1.3	0.14	0.09	0.004	0.00	3.53	0.20
7	Ah R	4/10 - 11/26 > 11/26	4.4	2.5	0.16	0.06	0.003	0.00	7.12	0.33
Perfil C Lavas del Cerro Prieto										
8	A(h)	0 - 28/40	3.4	1.5	0.2	0.06	0.003	0.00	5.16	1.51
9	Bw R	28/40 - 57/75	3.6	1.4	0.22	0.06	0.002	0.00	5.28	1.11
Perfil I Pie del cerro Tepetate (Huiramo)										
30	A(h)M	0 - 10	4.8	0.4	0.42	0.13	0.010	1.60	7.36	0.69
31	A (h)	10 - 31/36	10	1.5	0.05	0.08	0.003	1.47	13.10	2.49
32	AB	31/36 - 40	8.3	2	0.03	0.08	0.002	0.00	10.41	0.37

(Continúa)

CUADRO 2. DATOS DE LABORATORIO DE LOS PERFILES TIPO DE LA SECCIÓN SUR DE LA COMUNIDAD INDÍGENA NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO, MICH.

No. MUESTRA	HORI-ZONTE	PROFUNDIDAD [CM]	Ca _{INT}	Mg _{INT}	K _{INT}	Na _{INT} [CMOLC KG ⁻¹]	H _{INT}	Al _{INT}	CIC EFEC-TIVA	CIC [EQ M ⁻²]
32	BA	40 - 73	0	2.3	0.02	0.07	0.002	0.00	2.39	0.29
34	Bw	73 - >101	2.7	0.6	0.01	0.04	0.010	1.43	4.79	0.78
Perfil H Zona agrícola arriba de Tizcato										
26	Ap	0 - 16	1.3	0.2	0.13	0.06	0.005	1.94	3.64	0.57
27	AC	16 - 29	0.7	0.1	0.03	0.06	0.005	1.92	2.82	0.46
28	2AB	29 - 45/56	4.6	0.6	0.05	0.09	0.004	1.60	6.94	1.17
29	2Bw	45/56 - >97	3.9	0.6	0.03	0.08	0.002	4.82	9.43	4.20
Perfil J camino al Tejamanil										
35	AhM	0 - 10	2.2	0.2	0.25	0.07	0.002	1.43	4.15	0.40
36	Ah	10 - 36/57	2.9	0.3	0.08	0.06	0.002	1.43	4.77	1.41
37	Bw	30/57 - 85	2.4	0.3	0.03	0.07	0.001	1.40	4.20	1.06
38	C	85 - >100	1.1	0.2	0.01	0.06	0.002	1.40	2.77	0.40
Perfil K antes del Fresno										
39	Ah1	0 - 5	8.6	2.2	0.98	0.06	0.001	1.70	13.54	0.48
40	Ah2	5 - 25	12	1.6	0.5	0.07	0.007	1.60	15.78	2.20
41	AB	25 - 41/56	6.6	2	0.47	0	0.005	0.00	9.08	1.49
42	Bw	41/58 - 90	7.2	2.1	1.6	0.2	0.005	0.00	11.11	3.71
43	2Bt	90 - >125	9.7	2.2	2.97	0.3	0.005	0.00	15.18	0.84

Ca_{int}: calcio intercambiable. Mg_{int}: magnesio intercambiable. K_{int}: potasio intercambiable.

Na_{int}: sodio intercambiable. CIC: capacidad de intercambio catiónico.

En la unidad correspondiente a los derrames lávicos del cerro Prieto los suelos dominantes son leptosoles andi-mólicos asociados a andosoles mólicos (perfiles B y C), mientras que en las otras dos unidades los suelos dominantes son andosoles mólicos (figura 2). Los perfiles tipo para la unidad correspondiente al cerro Pario son los perfiles G y A, ubicados uno en la parte alta del derrame (G) y el otro en la parte media a baja (A). En la unidad de paisaje occidental analizamos cuatro perfiles tipo, los cuales ubicamos en un gradiente altitudinal que abarca desde los 2,940 msnm en Huiramo (perfil I) a los 2,100 msnm en El Fresno (perfil K), pasando por un perfil a 2,730 msnm (perfil H) y otro a los 2,630 msnm (perfil J). La ubicación de estos perfiles se decidió con base en el uso del suelo y la vegetación: a altitudes mayores a los 2,700 msnm hay presencia de bosque de oyamel y el uso del suelo es forestal/pecuario, dado que la mayor incidencia de heladas limita el uso agrícola y sobre todo el cultivo de maíz; a altitudes entre 2,200 y 2,700 msnm se encuentran predominantemente los cultivos de maíz asociados a pastizales y a altitudes menores a los 2,200 msnm el uso principal del suelo corresponde a huertas de aguacate y algunas de durazno en etapas juveniles.

A continuación se presentan las características de los perfiles analizados en cada unidad. El volcán cerro Prieto es la geoforma más joven en esta sección de la comunidad. Es de edad holocénica y sus laderas están conformadas por un derrame lávico de composición basáltico-olivínica. Su superficie es muy rugosa, lo que da lugar, por un lado, a zonas de acumulación en hondonadas, y por otro lado, a zonas en las que aflora la roca o está muy cercana a la superficie. En estas últimas se encuentran suelos de tipo leptosol andi-mólico y leptosol lítico, mientras que en las hondonadas se han desarrollado andosoles mólicos.

Los leptosoles andi-mólicos y líticos se caracterizan por ser someros (11 cm-26 cm), presentar hasta un 50% de pedregosidad en volumen, tener densidades aparentes muy bajas (0.82 g/cm^3) en el horizonte superficial y una alta porosidad (70%). Los primeros 4 a 10 cm contienen cenizas volcánicas de la erupción del volcán Paricutín y, por lo tanto, su textura es arenosa fina, mientras que el horizonte subsiguiente presenta una textura franca. La capacidad de aireación es alta mientras que la capacidad de retención de agua disponible es muy baja (40 L/m^2). Los suelos están bien drenados y presentan una alta conductividad hidráulica. El valor pH es moderadamente ácido (5.2-5.3) y el contenido de materia orgánica es bajo en el primer horizonte (1.8%) y alto en el segundo (7.8%). La reserva de nitrógeno total es baja (0.16 kg/m^2) y el

contenido de fósforo disponible también (1.7-12.4 mg/kg). Los contenidos de potasio intercambiable se encuentran en intervalos considerados como moderados, pero la saturación de potasio es alta. La capacidad de intercambio catiónico efectiva es moderada (3.5-7.1 cmolc/kg).

De lo anterior se concluye, que la principal limitante de estos suelos es su reducido espacio radicular, su baja capacidad de retención de agua disponible y su baja reserva de nitrógeno así como contenidos bajos de fósforo disponible. Ésto aunado a la alta pedregosidad (50 vol%) hace que estos sitios no sean aptos para el uso agrícola y frutícola; solamente poseen un potencial pecuario y forestal moderado ya que las tasas de crecimiento se estiman regulares.

Los andosoles mólicos en las hondonadas presentan una fase lítica profunda, ya que se encuentra roca consolidada a profundidades medias. Se han desarrollado en las zonas de acumulación entre las distintas secciones del derrame lávico o al pie del mismo. Son suelos medianamente profundos (57-75 cm), de textura franca a franco-arenosa y menos pedregosos (10%). Por lo anterior, su capacidad de retención de agua disponible es mayor (160 L/m²) que la de los leptosoles. Los valores pH son también moderadamente ácidos y los contenidos de materia orgánica son medianos (3.0-3.8%). Su reserva de nitrógeno es alta (0.53 kg/m²), pero los contenidos de fósforo disponible son bajos a muy bajos (0.9-2.7 mg/kg).

Estos suelos son potencialmente aptos para uso agrícola, siendo su principal limitación el tamaño de las parcelas ya que en muchos casos el área contigua que abarca este tipo de suelo es menor a 0.1 ha. En cambio, presentan una alta aptitud para la actividad forestal, la conservación de flora y fauna nativas y por ende de alto potencial ecoturístico.

El Cerro Parí es de edad Pleistocénica-Holocénica. Los Andosoles mólicos que se encuentran en sus laderas (perfiles G y A) se han desarrollado in situ a partir de un depósito de cenizas volcánicas holocénicas de espesores de un metro y más, muy probablemente aportado por el cono de Tumbiscatillo, localizado al sureste del cerro Parí.

Estos suelos presentan un horizonte A que contiene las cenizas del Parícutín depositadas in situ (perfil G) o retrabajadas (perfil A), seguido por el suelo sepultado que muestra un horizonte Ah o AB y un horizonte Bw de 25 a 50 cm de espesor desarrollados a partir de un depósito poco alterado de cenizas holocénicas. En el perfil se encontró otro suelo sepultado debajo de este depósito, a partir de los 95 cm de profundidad.

Ambos suelos se caracterizan por ser fisiológicamente profundos, presentan una buena penetrabilidad de raíces en todos sus horizontes, estar

bien drenados y tener una alta capacidad de aireación. Su capacidad total de retención de agua es de moderada a alta (300 a 400 L/m²), pero con una muy alta capacidad de retención de agua aprovechable (205 a 260 L/m²). Las texturas determinadas en campo se estimaron francas a franco-limosas para el suelo sepultado. La densidad aparente es baja en todos los horizontes, siendo de 1.2 a 1.0 g/cm³ en los horizontes influenciados por las cenizas recientes del Parícutín y menores a 0.95 g/cm³ en los suelos sepultados. El volumen total de poros en el suelo sepultado es muy alto (63-73%) y la pedregosidad es muy baja (<2%), consistiendo de lapillis finos, en todos los horizontes.

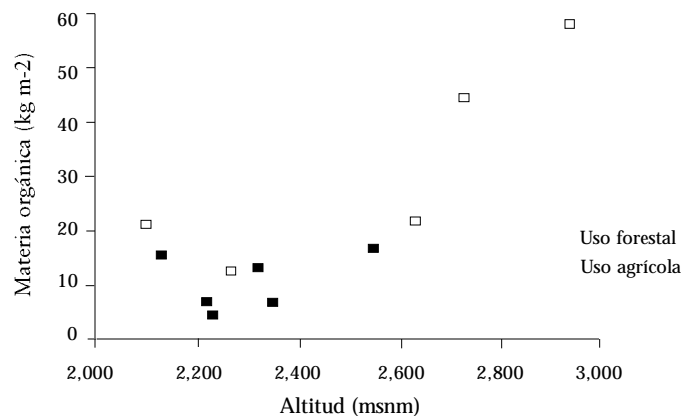
Los valores pH son ácidos (5.0 a 5.9), los contenidos de materia orgánica son moderados en la capa superficial (2.1 a 3.9%) y altos en el suelo sepultado (5.8%) y las reservas de nitrógeno total son altas (>0.50 kg/m²). Los contenidos de fósforo disponible en general son bajos, siendo un poco mayores en los horizontes superficiales (alrededor de 10 mg/kg) y muy bajos en los suelos sepultados (<2.5 mg/kg). El porcentaje de fijación de fósforo es mediano (32% y 63%) y muy alto en el suelo sepultado (92% a 96%).

Las principales limitantes de estos suelos son la baja disponibilidad de fósforo y su alta vulnerabilidad a la erosión, condicionada por un lado por la pendiente (5 a 6 grados) y por otro lado, por las texturas francas del horizonte superficial. Por lo anterior, su potencial agrícola es moderado, dado que se requiere implementar medidas de conservación como terrazas, labranza de contorno o acolchados para proteger al suelo. El potencial forestal es mayor, ya que la cobertura densa y continua proporcionada por el bosque protege al suelo de la erosión. Sin embargo, la baja disponibilidad de fósforo limitará las tasas de crecimiento, a menos que los árboles convivan en simbiosis con hongos micorrízicos que le faciliten a los árboles la absorción de este nutrimento. Tanto en esta zona como la anterior se observa un alto potencial para la obtención de recursos alternativos tradicionales de alto valor económico, alimenticio y ecológico. Entre estos destaca la colecta de hongos, la producción y colecta del té nurite y otras yerbas aromáticas y medicinales, así como en dos de los cerros donde se concentran la mayor cantidad de refugios para la mastofauna cinegética (el venado y el conejo, entre otros).

Los andosoles mólicos desarrollados sobre tierras re TRABAJADAS que conforman el piedemonte del Tancítaro se caracterizan por haberse formado en una región bajo clima templado y relativamente más frío que el resto de los terrenos de la comunidad, dado que estos sitios se en-

cuentran por arriba de los 2,800 metros de altitud. La característica más sobresaliente del perfil tipo (I) es su horizonte superficial rico en materia orgánica de gran espesor (40 cm), el cual estimamos resulta de la baja actividad biológica en estos suelos condicionada por las bajas temperaturas. En la figura 3 graficamos las cantidades de materia orgánica encontradas en todos los perfiles analizados en la comunidad en función de la altitud. Se observa claramente un incremento de la acumulación de materia orgánica en función de la altitud a partir de los 2,200 msnm. Por lo demás, el perfil I tiene una estructura predominantemente subangular en bloques de grado moderado, pedregosidad muy baja (1%) y texturas francas a franco limosas en los horizontes superficiales y franco arcillo limosas a franco arcillosas en los horizontes más profundos. Las densidades aparentes son muy bajas (0.54-0.95) y el volumen total de poros es muy alto (61%-76%). Al igual que su contenido de materia orgánica, el de nitrógeno total también es alto (0.47%-0.49%), mientras que los contenidos de fósforo aprovechable son bajos en el primer horizonte (11 mg/kg) y muy bajos en los horizontes subsuperficiales (0.3-1.4 mg/kg). La capacidad de retención de fósforo es muy alta (94%-99%).

FIGURA 3. CANTIDAD DE MATERIA ORGÁNICA ACUMULADA EN LOS SUELOS DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO EN FUNCIÓN DE LA ALTITUD



Los valores pH se encuentran en intervalos considerados como moderadamente ácidos en todos los horizontes (5.1-5.8) y sólo el horizonte superficial presenta un pH fuertemente ácido de 4.76. La capacidad de intercambio catiónico es mediana en los primeros tres horizontes (7.4 a 13.1 cmolc/kg) y baja en los horizontes profundos (2.4 a 4.8 cmolc/kg). El catión dominante es el Ca seguido por el Mg y el K. Los contenidos de potasio intercambiable son bajos en todos los horizontes (0.01-0.05 cmolc/kg) con excepción del horizonte superficial que tiene contenidos altos (0.42 cmolc/kg). También el porcentaje de saturación con este elemento es bajo en los horizontes subsuperficiales (0.2-0.8%). Por lo anterior, es de esperarse una muy buena respuesta a la aplicación de fertilizantes potásicos.

En términos generales, esta unidad se caracteriza por tener suelos profundos, con un amplio espacio radicular, bien aireados y drenados, y con una muy alta capacidad de retención de agua aprovechable (240 L/m²). Su principal problema radica en sus bajos contenidos de fósforo y potasio utilizable. Dada la altitud en la que se ubica (>2,800 msnm) el sitio se caracteriza por presentar temperaturas medias anuales más bajas (13 °C) y una mayor incidencia de heladas. Por ello, representan un alto riesgo para el uso agrícola de variedades no resistentes a climas extremos. En cambio son muy aptos para utilizarlos en pastizales de altura o para uso forestal con énfasis en las especies que toleran las bajas temperaturas, como *Abies religiosa* y *Pinus hartwegii*. La comunidad ha discutido la posibilidad de cambiar el uso actual (agrícola de temporal con variedades de maíz, frijol, papa, haba y otras especies) en donde predomina el uso tradicional por un uso forestal intensivo dado su potencial edáfico. Los múltiples beneficios adicionales al cultivo tradicional (baja erosión, multiplicidad de mercados, calidad alimenticia, esparcimiento para comuneros de tercera edad, apropiación de la tierra y otros) han demostrado ser de mayor peso que el potencial edáfico forestal. La sustitución y expansión hacia cultivos con variedades exóticas (transgénicas), el uso de agroquímicos y la pérdida de los usos tradicionales ya han sido considerados por diversos comuneros que desconocen el valor económico, cultural y social de estas tierras únicas en el entorno de la comunidad.

Los andosoles mólicos que se encuentran en las laderas de derrames lávicos andesíticos del Pleistoceno entre 2,600 y 2,700 msnm son suelos que se han desarrollado in situ a partir de depósitos de cenizas volcánicas que cubren los derrames lávicos de los conos de La Chimenea y El Tejamanil. Se caracterizan por ser profundos (85 cm) y presentar textu-

ras franco arenosas a franco arcillosas en los horizontes A y B y arenosas en el horizonte C. La pedregosidad en todos los horizontes es baja (<4%). La densidad aparente es baja en general, pero el horizonte superficial presenta una densidad mayor (1.0 g/cm^3) en relación con los horizontes subsiguientes (0.84 y 0.66 g/cm^3). Esto puede deberse a una compactación provocada por la labranza y/o el pastoreo efectuados en el sitio. El suelo es poroso, está bien drenado y tiene una alta capacidad de aireación. Su capacidad de retención de agua disponible es alta (240 L/m^2).

Los contenidos de materia orgánica en los primeros 40 cm son de medios a altos (4.8%) y la reserva de nitrógeno total es muy alta (0.70 kg/m^2). La cantidad de fósforo disponible es baja (< 5.0 mg/kg) en todos los horizontes y la capacidad de retención de fósforo es moderadamente alta en el primer horizonte (73%) y alta en los dos horizontes subsiguientes (>85%).

Los valores pH son moderadamente ácidos (5.3 a 5.7) y la capacidad de intercambio catiónico efectiva es baja (4.1 a 4.8 cmolc/kg). Los contenidos de potasio intercambiable son medianos en el primer horizonte y bajos en los demás. También los contenidos de magnesio intercambiable son relativamente bajos en comparación con otros suelos de la comunidad, aunque aún están dentro de intervalos considerados como moderados.

Aun cuando las características del perfil no son tan restrictivas para utilizar los terrenos para actividades agrícolas, la pendiente (cinco a seis grados) y la vulnerabilidad a la erosión asociada limita su uso agrícola. Nuevamente la actividad forestal presenta mejores posibilidades en este tipo de suelos. El establecimiento de pastizales es factible, siempre y cuando se controlen las densidades de ganado para evitar la compactación del suelo. Una alternativa rentable económica y ambientalmente es la producción en semicautivero de fauna nativa como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) que hoy día representa ya un proyecto redituable para Nuevo San Juan.

El perfil situado a 2,100 msnm (perfil K) se caracteriza por presentar los colores más rojizos en sus horizontes B de todos los suelos de la comunidad (7.5 YR 5/8 y 7.5 YR 4/6, en comparación con colores 10 YR 3/4 de horizontes Bw de otros suelos en la zona) y las texturas más finas (franco arcillosa y arcillo limosa). También presenta los mayores contenidos de aluminio y hierro extractable con oxalato (AlO: 32-38 mg/g; FeO: 7.8 a 10.6 mg/g). Estas variables indican mayor contenido de óxidos de hierro y de arcillas minerales, es decir, un grado de desarrollo de suelo más avanzado. En el horizonte más profundo se observaron

revestimientos delgados de arcilla en algunas caras de agregados, indicando un incipiente proceso de iluviación de arcilla en este horizonte. El cambio textural abrupto entre el horizonte Bw y el Bt, así como el gran espesor del horizonte Bt (>70 cm), nos condujo a inferir que este último horizonte pertenece a un suelo sepultado, aunque para verificarlo es necesario realizar estudios más detallados que involucren análisis de elementos totales y análisis micromorfológicos.

Este suelo es fisiológicamente muy profundo, tiene una alta capacidad de retención de agua total y disponible y está bien drenado y aireado en sus primeros horizontes. Sus contenidos de materia orgánica en los primeros tres horizontes son altos, al igual que su contenido de nitrógeno total. Sin embargo, presenta los contenidos más bajos de fósforo disponible (< 1 mg/kg) y una alta retención de fósforo, especialmente en los horizontes profundos (94%). Su capacidad efectiva de intercambio catiónico es alta en comparación con los demás suelos de la comunidad y los porcentajes de saturación de K, Ca y Mg también son altos.

Este suelo tiene un alto potencial agrícola, siempre y cuando se resuelvan las deficiencias de fósforo, más aún si se considera que en esta zona el riesgo de heladas es mucho menor que en el resto del territorio de la comunidad. Sin embargo, al igual que en los otros sitios ubicados en laderas, deberán tomarse previsiones para proteger al suelo de la erosión. Aquí los cultivos perennes con especies siempre verdes, como el aguacate, ofrecen una cobertura continua del suelo a lo largo del año y una protección constante ante el impacto de las gotas de lluvia.

CONSIDERACIONES FINALES

Analizando de manera conjunta los datos obtenidos de los suelos de la CINSJP, podemos observar que sus características están determinadas fuertemente por la edad de los depósitos piroclásticos que les dan origen. Los materiales de origen volcánico son, en su mayoría, ricos en vidrio mineral que se intemperiza con relativa facilidad, sobre todo bajo climas húmedos (Shoji *et al.* 1993). La disolución del vidrio da origen a geles hidratados de sílice, aluminio y hierro, a partir de los cuales se forman a su vez minerales secundarios de bajo orden estructural, como alofano, imogulita e hidróxidos de hierro (ferrihidrita) y de aluminio. Estos minerales secundarios confieren características particulares a los suelos, como una superficie específica muy alta, una elevada capacidad de retención de humedad, baja densidad aparente y alta capacidad de fijación de fós-

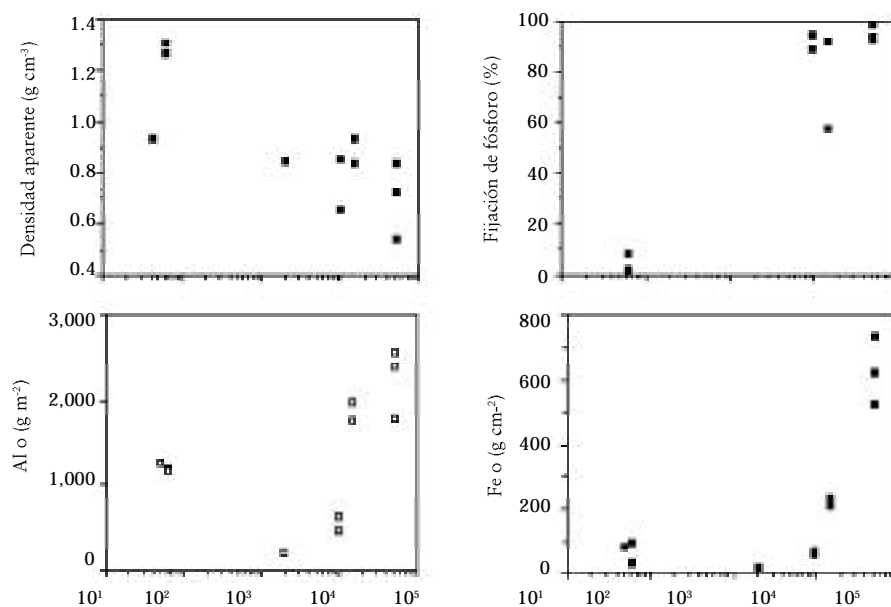
foro, por lo que la disponibilidad de este nutrimento es baja en estos suelos. La presencia de minerales de bajo orden estructural puede determinarse en laboratorio por medio de extracciones con oxalato de amonio a pH 3.25 y en la oscuridad, dado que este método de extracción ha probado ser selectivo para este tipo de minerales y cuantificando los elementos aluminio, sílice y hierro en dichos extractos.

En la figura 4 se graficaron cuatro indicadores del grado de desarrollo de suelos de origen volcánico en función de la edad aproximada del depósito de ceniza o derrame lávico que subyace a los respectivos suelos estudiados y que son la densidad aparente, la capacidad de fijación de fósforo y los contenidos de aluminio y hierro extractables con oxalato de amonio en la oscuridad. Como puede observarse, la densidad aparente muestra una clara tendencia a disminuir de valores 1.3 hasta valores de 0.56 g/cm³ en el transcurso del tiempo, mientras que la fijación de fósforo aumenta de menos el 10% a más del 90% y el hierro extractable con oxalato también aumenta. El aluminio extractable con oxalato muestra valores intermedios en los suelos más jóvenes, mientras que en el resto de la cronosecuencia se observa una tendencia al aumento en función de la edad de desarrollo. Deducimos que en los suelos de materiales muy recientes el aluminio extraído con oxalato corresponde a disolución parcial de vidrio volcánico y no a alófono u otro mineral secundario, dado que los demás indicadores no presentan un comportamiento similar.

Lo anterior indica que el proceso formador del suelo dominante en el área abarcada por la comunidad es la andosolización. Los depósitos piroclásticos de tipo derrame lávico dan lugar a suelos Leptosol lítico, mientras que los de tipo de depósito de cenizas a regosoles vitri-éutricos. En el transcurso de la pedogénesis estos suelos se desarrollan para formar andosoles mólicos. Únicamente en la parte sur de la comunidad, sobre depósitos relativamente más viejos y bajo climas más cálidos y estacionales, observamos un incipiente proceso de iluviación de arcillas, es decir, una evolución en dirección a suelos de tipo luvisol, aunque en el suelo estudiado aún dominan las propiedades ándicas.

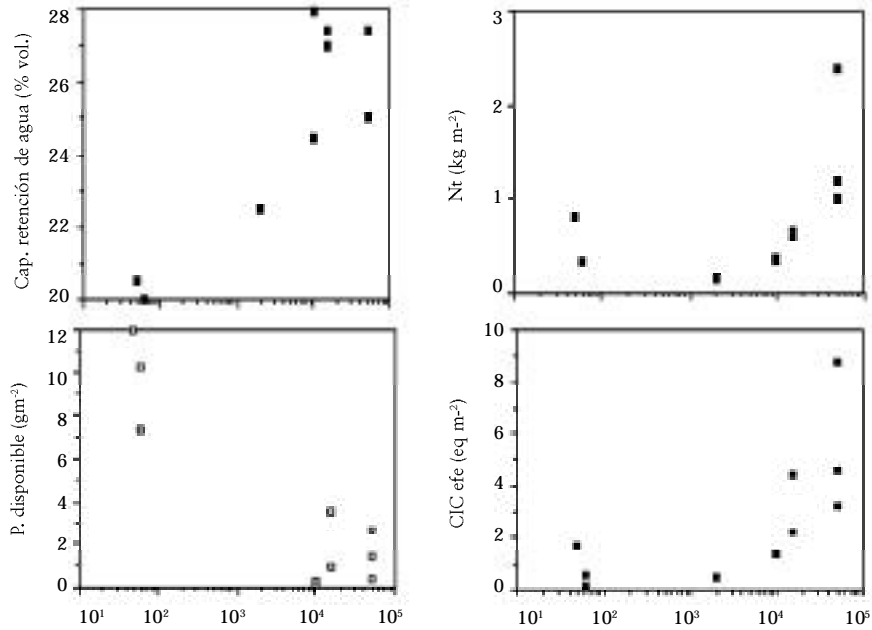
En la figura 5 se muestra el desarrollo de algunas de las características del suelo que permiten evaluar la capacidad del suelo para soportar una cubierta vegetal, como la capacidad de retención de agua aprovechable, el fósforo disponible, la capacidad de intercambio catiónico y el contenido de nitrógeno total. Como puede observarse, tanto la capacidad de retención de agua como la capacidad de intercambio catiónico de los suelos aumentan con el tiempo, lo cual es de esperarse, dado que

FIGURA 4. DENSIDAD APARENTE, CAPACIDAD DE FIJACIÓN DE FÓSFORO Y ALUMINIO Y SÍLICE EXTRACTABLES CON OXALATO EN LOS SUELOS DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO, EN FUNCIÓN DE LA EDAD DE LOS DEPÓSITOS PIROCLÁSTICOS



ambas están determinadas por la cantidad de arcillas minerales de reciente formación. Respecto al nitrógeno total se observa que los suelos formados a partir de depósitos piroclásticos frescos contienen cantidades muy bajas de este elemento; sólo el fluvisol, que ha recibido materiales retrabajados y mezclados con material edáfico de la antigua superficie, contiene una cantidad mayor de nitrógeno. Conforme avanza la pedogénesis se acumula nuevamente materia orgánica humificada en los suelos y con ello también aumenta la reserva de nitrógeno. Sin embargo, el fósforo disponible, muestra mayores contenidos en los suelos recientes que en los más desarrollados, debido que al avanzar el proceso de andosolización, y con él la neoformación de minerales secundarios de bajo orden estructural, el fósforo queda adsorbido específicamente en estos últimos.

FIGURA 5. CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE AGUA, NITRÓGENO TOTAL, FÓSFORO DISPONIBLE Y CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO EN LOS SUELOS DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO, MICH. EN FUNCIÓN DE LA EDAD DE LOS DEPÓSITOS PIROCLÁSTICOS



De lo anterior podemos concluir que las principales limitantes para el establecimiento y crecimiento de las especies vegetales en los suelos de desarrollo incipiente sobre depósitos piroclásticos recientes son la falta de nitrógeno, pero también la falta de capacidad de almacenamiento de agua, mientras que el fósforo aún se encuentra en cantidades suficientes. Al avanzar la pedogénesis la creciente presencia de minerales de bajo orden estructural contribuye a la fijación del fósforo, convirtiéndolo en el elemento que limita en primer lugar el desarrollo de la vegetación.

Las prácticas de manejo tanto agrícolas como forestales deberán considerar lo descrito anteriormente. En la parte norte es necesario contemplar medidas para incorporar materia orgánica y nitrógeno en suelos de

desarrollo incipiente sobre materiales piroclásticos recientes, o facilitar la exploración de los suelos antiguos sepultados, ya sea removiendo la capa de ceniza o mezclando las cenizas frescas con el suelo sepultado. En cambio en la parte sur es importante considerar que el fósforo se encuentra poco disponible en estos suelos, y deberán contemplarse medidas para movilizarlo, como por ejemplo inoculando a los cultivos y árboles con hongos micorrízicos. O bien, deberá adicionarse fósforo en forma de fertilizante químico o abono orgánico (gallinaza) para aumentar los rendimientos de los respectivos cultivos.

Es relevante considerar que el buen uso del componente suelo es crucial para asegurar la producción económica (directa e indirecta) de Nuevo San Juan. Ante tal situación la búsqueda de nuevas alternativas amigables con el ambiente más allá del uso agrícola puede ayudar a tal fin. Las acciones alternativas de manejo de bosques nativos, el uso de la sucesión natural para ayudar a los procesos de regeneración, el aprovechamiento de la fauna silvestre y el ecoturismo (entre otros), deben ser fortalecidos. Actualmente, el manejo forestal intensivo (con talas, podas y limpia de sotobosque) y la actividad agrícola no orgánica dan rendimientos altos a corto plazo, pero entorpecen el proceso de pedogénesis y así la formación y conservación del suelo, sobre todo en laderas con pendiente pronunciadas.

AGRADECIMIENTOS

La participación continua de ocho miembros de la comunidad y el apoyo logístico brindado fueron cruciales para poder obtener los datos necesarios para este estudio. La UNAM y el US Fish & Wildlife Service proporcionaron apoyo presupuestal para el desarrollo de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Blakemore, L.C., P.L. Searle y B.K. Daly 1981. *Methods for chemical analysis of soils*. N.Z. Soil Bur. Sci. Rep. 80, Soil Bureau, Lower Hutt, New Zealand.
- Bocco, G., A. Torres, A. Velázquez y Ch. Siebe 1998. Geomorfología y recursos naturales en comunidades rurales. El caso de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. *Geografía y Desarrollo* 16: 71-84.
- Bocco, G., A. Velázquez y A. Torres 2000. Comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa en México. *Interciencia* 25 (2): 9-19.

- Brady, N.C. y R. Weill 1996. *The Nature and Properties of Soils*. Onceava edición. Prentice-Hall International, Inc. Upper Saddle River, New Jersey.
- Breimer R.F, A.J. van Kekem y H. Van Reuler 1986. *Guidelines for soil survey and land evaluation in ecological research*. MAB Technical Notes 17, UNESCO.
- Eger, H., E. Fleischhauer, A. Hebel, W. Sombroek 1996. Taking action for sustainable land-use: results from 9th ISCO Conference in Bonn, Germany. *Ambio*, 25(8): 480-483.
- FAO, 1988. *Soil Map of the World*. Revised Legend. World Soil Resources Report 60, FAO-UNESCO.
- García, E. 1988. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen* (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). CETENAL, 1970. Hoja Colima. Carta de Climas. Esc. 1:500,000. Comisión de Estudios del Territorio Nacional, Secretaría de la Presidencia.
- ISRIC 1992. *Procedures for soil analysis*. Tercera edición. International Soil Reference and Information Center, Wageningen.
- Jackson, M.L. 1958. *Soil chemical analysis*. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Luhr, J.F. y T. Simkin 1993. *Paricutin. The volcano born in a mexican cornfield*. Geoscience Press, Inc. Phoenix Arizona y Smithsonian Institution, 427 pp.
- Pagel, H., J. Enzmann y H. Mutscher 1982. *Pflanzennaehrstoffe in tropischen Boeden- ihre Bestimmung und Bewertung*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin.
- Rees, J.D. 1979. Effects of the eruption of Paricutin volcano on landforms, vegetation and human occupancy. En: P.D. Sheets y D.K. Grayson (editores). *Volcanic activity and human ecology*. Academic Press, New York, 249-292 pp.
- Schlichting, E. 1978. Funktionen von Boden in die Okosphaere. *Daten und Dokumente zum Umweltschutz 22*: 9-13, Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania.
- Schlichting, E., H.-P Blume y Stahr, K. 1995. *Bodenkundliches Praktikum, Pareys Studentexte 81*. Segunda edición. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin.
- Seegerstrom, K. 1950. Erosion studies at Paricutin volcano, state of Michoacan, Mexico. *U.S. Geological Survey Bulletin* 965A: 1-164.
- 1960. Erosion and related phenomena at Paricutin in 1957. *Geological Survey Bulletin* 1104-A: 1-18.
- Shoji, S., M. Nanzyo y R.A. Dahlgren 1993. *Volcanic ash soils: genesis, properties and utilization*. Developments in Soil Science. Elsevier, Holanda, 263 pp.
- Siebe, Ch., R. Jahn, y K. Stahr 1996. *Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo*. Publicación especial 4, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C., Chapingo, México. 57 pp.

- Sánchez Espinoza, J. F. 2000. Uso del suelo y evaluación de la aptitud de tierras en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Tesis de Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural Regional. Dirección de Centro Regionales Universitarios. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
- Van Reeuwijk, R. 1992. *Procedures for Soil Analysis*. Tercera edición. International Soil Reference and Information Center, Wageningen.
- Velázquez, A, G. Bocco y A. Torres 2001. Turning scientific approaches into practical conservation actions: the case of Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, México. *Environmental Management* 5: 216-231.
- Velázquez, A., J. Gímenez, M. Escamilla y G. Bocco 2002. Vegetation Dynamics on Recent Mexican Volcanic Landscapes. *Acta Phytogeographica Suecica* 85: 71-79. Países Bajos.
- Williams, H. 1950. Volcanoes of the Paricutin region. *U.S. Geological Survey Bulletin* 965B: 165-279.

OCHO

La flora: riqueza, diversidad y sus relaciones fitogeográficas

Consuelo Medina

INTRODUCCIÓN

México presenta una riqueza florística que lo sitúa entre los países más diversos del mundo. A pesar de que no existen inventarios de la flora para todo el territorio nacional, se estima una probable presencia de 30,000 especies de plantas, cantidad que puede ser superada cuando se describan especies no descubiertas en áreas aún inexploradas del país (Rzedowski 1978, 1991). Hay diversos aspectos que ayudan a explicar esta vasta riqueza: su ubicación geográfica entre el norte y el sur del continente americano, su geología de grandes sucesos paleohistóricos, su relieve irregular dominado por accidentes topográficos, sus variadas edafoserias (catenas) y tipos de suelo y sus múltiples climas que hacen de este país un lugar de excepcional diversidad, variedad y abundancia de especies en general (Ramamoorthy *et al.* 1993). Un ejemplo de esto se observa en el estado de Michoacán donde se calcula la existencia de cerca de 5,000 especies de plantas vasculares en una superficie que equivale al 3% del territorio nacional y con una riqueza florística superior al 16.6%. El estado es una porción del territorio nacional particularmente rica pero aún pobremente explorada.

Todos los planes de manejo forestal autorizados hasta 1995 en el estado de Michoacán carecen de inventarios completos de la vegetación. Esto no excluía a la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangari-

cutiro (CINSJP). Fundamentar un plan de manejo de los recursos forestales en tan solo un puñado de las especies presentes, siempre resulta en un aprovechamiento poco eficiente ya que existen dos aspectos que resultan obvios de esta falta de información: por un lado la sobreexplotación de unas cuantas especies, y por otro, la subutilización de múltiples especies de alto valor potencial (Fregoso *et al.* 2001).

Bajo este enunciado y en común acuerdo con la asamblea comunal se estableció como necesidad prioritaria la realización de un inventario completo de vegetación para dar apoyo a las diversas tareas de usos alternos de los recursos naturales de la CINSJP. Un estudio serio de la vegetación se fundamenta en un profundo conocimiento de la flora (Velázquez 1993), por lo tanto fue necesario realizar una investigación específica sobre este tema. La flora es la base para fundamentar aspectos de silvicultura, uso de vegetación, etnobotánica, bioquímica, dinámica de vegetación, ecología, farmacología, impacto ambiental y otros aspectos de relevancia central. En este trabajo se describen los resultados obtenidos de un inventario florístico y un análisis de sus relaciones fitogeográficas.

MÉTODOS

Para conocer la flora presente en el área de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro se realizaron colectas de todas las plantas en floración a lo largo de transectos sobre caminos, veredas y campo traviesa. El trabajo de campo abarcó de marzo de 1995 a febrero de 1996 y posteriormente se efectuaron varias visitas a determinados lugares de interés botánico. Las muestras colectadas fueron plantas preferentemente en flor o con fruto. De manera adicional se realizaron levantamientos de vegetación en sitios específicos para describir la flora en términos de comunidades vegetales (Velázquez 1993). Los ejemplares colectados se sometieron al proceso de secado para su conservación. La determinación del nombre científico de las plantas se basó en la literatura especializada que existe para tal fin y en la comparación con ejemplares ya identificados que se encuentran depositados en diferentes herbarios del estado (Instituto de Ecología, A.C., sede Pátzcuaro y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo).

Los ejemplares se integraron a las colecciones con una etiqueta que contiene todos los datos de colecta como son: familia, género y especie taxonómica a la que pertenece la planta, fecha, localidad, número de colecta, municipio, estado, hábitat, tipo de vegetación, nombre del co-

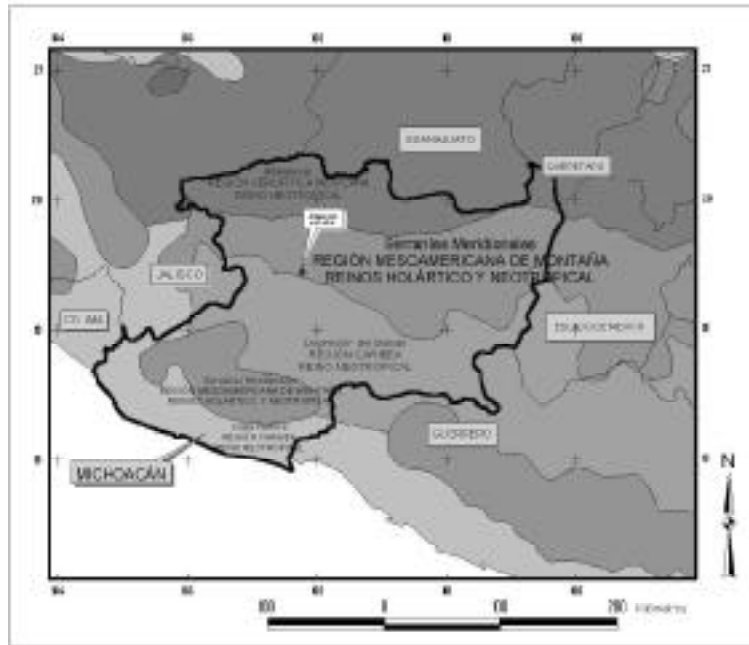
lector, nombre de la persona que identifica, color de la flor, si presenta olor, látex, el nombre común y si se conoce el uso que de ella se hace en la localidad donde se recogió, los resultados se presentan en forma de listados. Para poder destacar la relevancia regional de la flora observada se analizó la afinidad biogeográfica de los diversos taxa encontrados. Al final los resultados son discutidos en relación con la importancia que estos tienen para la conformación del plan de manejo integral de los recursos forestales de la CINSJP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registró la presencia de 108 familias, con 307 géneros y 716 especies en 16 unidades infraespecíficas (subespecies o variedades). Si consideramos el área de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, tenemos una superficie del 0.1% y una presencia de plantas del 2.3% del total reportado para el estado (Medina *et al.* 2000, ver listado anexo). Esto resalta lo que ya mencionó Rzedowski (1991) en cuanto a la distribución geográfica y ecológica de la diversidad vegetal, donde existen sitios en donde se concentra una mayor abundancia y variedad de especies vegetales, lugares que es necesario identificar por su importancia biológica, en especial la CINSJP (figura 1). En el cuadro 1 se reseña la composición taxonómica de la flora vascular en el área de estudio y se muestran cifras totales de las familias, géneros, especies y unidades infraespecíficas, así como el porcentaje correspondiente a cada grupo.

Las gimnospermas (principalmente las coníferas) representan solo el 2% del total de las especies; no obstante, son muy importantes ya que su presencia domina la fisonomía del paisaje. Dentro de las angiospermas, las monocotiledóneas representan 17% del total de la flora. Las dicotiledóneas, con 74%, son las más numerosas, por ser los vegetales más diversificados y que forman siempre el mayor grupo. Los pteridófitos y plantas afines están representadas por 52 especies (7%) del total de la flora, lo que nos permite interpretar que el área de estudio es una zona con bosques húmedos donde se presenta gran diversidad de helechos. Además de que un conjunto significativo pertenece a este tipo de plantas, también se van colonizando las áreas cubiertas por la lava del volcán Parícutín. En el cuadro 2 se muestran las familias mejor representadas, por el número de géneros como de especies. Se observa que en 10 familias se agrupan 127 géneros y 385 especies, lo que constituye el 53.4% del total registrado.

FIGURA 1. EXTENSIÓN DE LOS REINOS HOLÁRTICO Y NEOTROPICAL EN EL ESTADO DE MICHOACÁN Y UBICACIÓN APROXIMADA DE LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: Rzedowski y Trujillo 1990.

El cuadro 3 nos muestra los géneros con mayor número de especies, donde destacan los géneros *Salvia*, *Quercus* y *Eupatorium*. Destacan los encinos (*Quercus*) con 17 especies y los pinos (*Pinus*) con 11, representando más del 50% y 70% respectivamente, del total registrado para los dos géneros en el estado de Michoacán por Madrigal (1982) y Bello y Labat (1987).

En el cuadro 4 se resume la importancia cuantitativa de las formas de vida, sobresaliendo las herbáceas perennes con cerca de la mitad de las especies (45.0%), los arbustos y subarbustos con 19.1% y los árboles, que son importantes en la estructura del bosque, con 10.0%. El resto se

encuentra escasamente representado. Dicha distribución coincide en general con la que se presenta en los bosques templados de México.

CUADRO 1. COMPOSICIÓN TAXONÓMICA DE LA FLORA VASCULAR

GRUPOS	FAMILIAS	GÉNEROS	ESPECIES	UNIDADES INFRA- ESPECÍFICAS	%
Pteridophyta	14	22	52		7
Gymnospermae	2	4	14	2	2
Angiospermae					
Monocotyledoneae	12	56	119	1	17
Dicotyledoneae	80	225	531	13	74
Total	108	307	716	16	100

CUADRO 2. FAMILIAS CON MAYOR NÚMERO DE ESPECIES EN LA FLORA

FAMILIA	NÚMERO DE GÉNEROS	NÚMERO DE ESPECIES	%
Compositae	38	135	18.8
Leguminosae	20	58	8.1
Gramineae	28	57	7.9
Labiatae	7	26	3.6
Solanaceae	5	21	2.9
Orchidaceae	10	20	2.8
Polypodiaceae	4	18	2.5
Fagaceae	1	17	2.3
Scrophulariaceae	8	17	2.3
Rosaceae	6	16	2.2
Total	127	385	53.4

CUADRO 3. LOS GÉNEROS QUE SE PRESENTAN CON MAYOR NÚMERO DE ESPECIES

GÉNERO	NÚMERO DE ESPECIES	GÉNERO	NÚMERO DE ESPECIES
<i>Salvia</i>	17	<i>Muhlenbergia</i>	11
<i>Quercus</i>	17	<i>Stevia</i>	11
<i>Eupatorium</i>	15	<i>Pinus</i>	11
<i>Senecio</i>	12	<i>Polypodium</i>	10
<i>Gnaphalium</i>	12	<i>Solanum</i>	10

CUADRO 4. IMPORTANCIA CUANTITATIVA DE LAS FORMAS BIOLÓGICAS Y SU PARTICIPACIÓN PROPORCIONAL EN LA FLORA VASCULAR DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

FORMA BIOLÓGICA	NÚMERO DE ESPECIES	%
Árboles	73	10.0
Arbustos y subarbustos	140	19.1
Herbáceas perennes	329	45.0
Herbáceas anuales	115	15.7
Trepadoras	31	4.2
Epífitas	24	3.3
Parásitas	13	1.8
Saprófitas	4	0.5
Acuáticas	3	0.4
Total	732	100.0

ORIGEN Y FILIACIÓN DE LA FLORA POR FAMILIAS

La CINSJP se localiza en la provincia fisiográfica conocida como Eje Neovolcánico (Rzedowski 1978). Esta región constituye un límite geológico, biológico, climático y cultural entre América del Norte y América Central (CGSNE 1981). La zona de estudio se sitúa dentro del reino Neotropical, en la región mesoamericana de montaña, considerada como zona de transición discontinua entre los reinos Holártico o Boreal y el Neotropical, en la provincia denominada Serranías meridionales (figura 1). De la flora que existe en el área de estudio se puede afirmar que la mayoría de sus géneros pertenecen al elemento Neotropical y en menor cantidad al Boreal u Holártico. En el bosque mesófilo de montaña existe un conjunto de géneros comunes con el este de Asia, por lo que se postula que muchos elementos que prosperan en México o en el Neotrópico en general, proceden de antecesores Laurasiáticos de clima subtropical, y que emigraron a América por el estrecho de Bering, aunque muchos de estos géneros ya no se encuentren en el hemisferio norte, lo que se debe, sin duda, a los cambios climáticos de épocas más recientes.

En las comunidades vegetales de la zona de estudio conviven plantas que pertenecen a familias con muy diversas afinidades fitogeográficas. De las 108 familias que encontramos en el área, 42 corresponden a grupos de afinidad tropical o subtropical y representan el 40% del total, 31 familias de distribución cosmopolita o subcosmopolita significan el 29%, 22 de preferencia templada (20%), 6 americanas (5%) y 7 sin clasificar (6%), (figura 2).

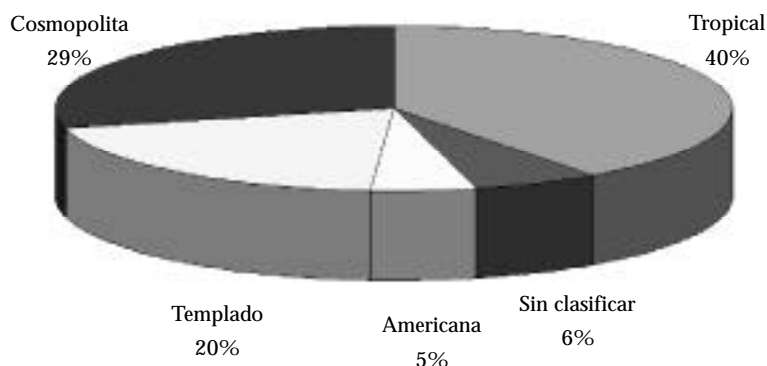
A continuación se presenta la clasificación geográfica de las familias según los tipos de distribución de acuerdo con los criterios de Sharp (1953) y Pérez (1990). Se presentan las familias encontradas en la CINSJP con sus afinidades fitogeográficas.

Cosmopolita (27). Adiantaceae, Anthericaceae, Aspleniaceae, Athyriaceae, Blechnaceae, Compositae, Cupressaceae, Cyperaceae, Chenopodiaceae, Dryopteridaceae, Equisetaceae, Gentianaceae, Geraniaceae, Gramineae, Labiatae, Leguminosae, Lentibulariaceae, Linaceae, Ophioglossaceae, Plantaginaceae, Polypodiaceae, Potamogetonaceae, Rosaceae, Selaginellaceae, Scrophulariaceae, Thelypteridaceae, Umbelliferae.

Cosmopolita excepto de regiones frías (5). Amaranthaceae, Boraginaceae, Portulacaceae, Rhamnaceae, Violaceae.

Amplia distribución pero principalmente en áreas templadas (10).

FIGURA 2. AFINIDADES FITOGEOGRÁFICAS DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DE LA ZONA DE ESTUDIO



Caprifoliaceae, Caryophyllaceae, Cruciferae, Juncaceae, Onagraceae, Polygalaceae, Polygonaceae, Primulaceae, Ranunculaceae, Valerianaceae

Templadas principalmente del hemisferio norte (8). Berberidaceae, Betulaceae, Cistaceae, Ericaceae, Fagaceae, Pinaceae, Styracaceae, Ulmaceae.

Principalmente del norte templado con extensiones al hemisferio sur (3). Cornaceae, Salicaceae, Saxifragaceae.

Amplia distribución principalmente en los trópicos (11). Anacardiaceae, Asclepiadaceae, Campanulaceae, Euphorbiaceae, Guttiferae, Lythraceae, Malvaceae, Orchidaceae, Phytolaccaceae, Tiliaceae, Urticaceae.

Tropicales (12). Araliaceae, Chloranthaceae, Flacourtiaceae, Lomariopsidiaceae, Loranthaceae, Melastomataceae, Myrsinaceae, Myrtaceae, Piperaceae, Pontederiaceae, Rubiaceae, Sabiaceae.

Tropicales y subtropicales (18). Acanthaceae, Begoniaceae, Commelinaceae, Convolvulaceae, Crassulaceae, Cucurbitaceae, Dilleniaceae, Gesneriaceae, Iridaceae, Lauraceae, Loganiaceae, Oxalidaceae, Smilacaceae, Solanaceae, Symplocaceae, Theaceae, Verbenaceae, Vitaceae.

Americanas (8) Agavaceae, Alstroemeriaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Garryaceae, Hydrophyllaceae, Passifloraceae, Polemoniaceae.

Sin clasificación (6). Aquifoliaceae, Clethraceae, Coriariaceae, Dennstaedtiaceae, Lycopodiaceae, Vittariaceae.

ORIGEN Y FILIACIÓN DE LA FLORA POR GÉNEROS Y ESPECIES

COSMOPOLITA

La distribución por afinidades geográficas de los géneros y las especies se basa en los trabajos de la flora de Texas de Guatemala y del Bajío en México (Rzedowski 1991), pero de manera muy importante en el estudio de Labat (1995), de donde se adoptó la clasificación que dicho autor propone. Como resultado se tiene la distribución de 308 géneros que equivalen al 100%. En cuanto a las especies, se proporciona la distribución y la forma de vida de 655 especies, que equivalen al 90% del total de la flora que se registró para el área de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro.

Flora cosmopolita. En este gran grupo están los géneros considerados cosmopolita e igualmente los de amplia distribución o subcosmopolita que se encuentran de una manera más o menos continua en el planeta. Son 25 géneros y representan el 8.1% del total; muchos de ellos pertenecen a las familias cosmopolitas más diversificadas (Compositae, Labiatae, Leguminosae, Gramineae). También se localiza una especie herbácea de distribución cosmopolita la *Urtica urens*.

Elemento cosmopolita principalmente templado. Los géneros de esta afinidad son 25 y representan el 8.1% del total. Las especies *Anagallis arvensis*, *Cystopteris fragilis*, *Oxalis corniculata*, *Plantago major*, *Rumex obtusifolius* y *Sonchus oleraceus* se pueden citar como cosmopolitas de preferencia templada, originarias del continente euroasiático y que fueron introducidas al país al mismo tiempo que las culturas indo-europeas. Éstas se comportan como malezas o ruderales a excepción de un helecho.

Cosmopolita pero principalmente americana. Para esta afinidad son siete géneros que significan el 2.2% del total, y sólo una herbácea anual con esta distribución la *Conyza canadensis*.

Cosmopolita principalmente tropical. En este contingente están 12 géneros y equivalen al 3.8% del total; en su mayoría pertenecen a las grandes familias cosmopolitas o tropicales.

Cosmopolita principalmente neotropical. Géneros de amplia distribución pero que tienen preferencia por las regiones cálidas de América. Aparecen en número de diez lo que representa el 3.3% del total.

Flora americana. Son 16 géneros con ordenación más o menos continua del norte al sur del continente americano, y que representan el 5.2%

del total de géneros. Ellos nos hablan del tiempo transcurrido desde la separación de los continentes y de los procesos evolutivos de las plantas. De ocho especies típicamente americanas que se relacionan, tres pertenecen a la familia de los pastos (Gramineae): *Eragrostis mexicana* ssp. *mexicana*, *Gnaphalium americanum*, *Bouteloua curtipendula*, *Plantago australis* ssp. *australis*, *Setaria geniculata*, *Solanum americanum* y *Thelypteris pilosa*.

FLORA TROPICAL

Gran número de géneros y especies de afinidad tropical se presentan en los bosques de Nuevo San Juan Parangaricutiro y dominan así las comunidades vegetales. Son 136 los géneros tropicales y constituyen el 44.2% del total. Las especies con 409 unidades representan el 56.2% Tanto los géneros como las especies se han dividido de la siguiente manera:

Pantropical. Se consideran aquí los elementos cuya distribución engloba el conjunto de la zona tropical y puede extenderse a la porción subtropical de la Tierra. La presencia de estos géneros es un testimonio de la unión que existía entre la América del Sur y el continente africano a final del Terciario, y también de la continua evolución de las numerosas especies actuales en toda la zona intertropical. Son 33 los géneros presentes y representan el 10.8% del total de los géneros. Las especies que se pueden mencionar de esta afinidad son diez herbáceas y dos trepadoras, la mitad de ellas en el bosque mesófilo de montaña y la otra mitad en el bosque de pino.

Elementos Subpantropical o Bicentrique. Esta clasificación está dividida en cinco tipos, los tres primeros (8, 9 y 10) se refiere a géneros que son de una distribución tropical pero centrada en tres continentes (América, África, Asia), los dos últimos (11 y 12) reagrupan los taxa bicentrique (americano-asiático o americano-africano), testigos del último contacto entre estas masas continentales.

Elemento principalmente americano. Para esta afinidad se presentan 11 géneros que significan el 3.6% del total y corresponden a diversas familias, entre ellos el género *Cleyera* de forma arbórea. De las especies tropicales principalmente americanas solamente cuatro, un arbusto *Acacia farnesiana*, una planta acuática, *Heteranthera limosa*, una herbácea perenne, *Pellaea ternifolia* y una trepadora *Phaseolus lunatus*.

Elemento principalmente africano. Solamente un género con esta distribución: *Crotalaria*.

Elemento principalmente asiático. No se presenta género, ni especie alguna.

Elemento común a América, África y/o Madagascar. Para esta distribución, tres géneros, *Asclepias*, *Heteranthera* e *Iresine*. En el rango de especie una herbácea perenne, *Cheilanthes farinosa*.

Elemento común a América, Asia y/o Oceanía. Para esta distribución 11 géneros, significando el 3.5%, de ellos, cuatro arbóreos. En cuanto a especies sólo un helecho que es una herbácea perenne: *Elaphoglossum petiolatum*.

FLORA NEOTROPICAL

Esta distribución corresponde a la flora del trópico y de zonas subtropicales de América y son el testimonio de la larga evolución de las plantas vasculares en América del sur y de la importancia de los mecanismos de especiación. También nos indica las grandes migraciones del sur hacia el norte a lo largo de la América central y de la vertiente occidental de México. Hay un grupo de estos géneros que se distribuyen de una manera más o menos continua a lo largo de los Andes, de las montañas centroamericanas y de las sierras mexicanas, o bien, otro grupo característico de la región caribeña, que se extiende del extremo norte de América del sur a una porción oriental de México a la península de la Florida. Por último, podemos mencionar al elemento mexicano de esta afinidad neotropical.

Pan-Neotropicales. El contingente pan-neotropical lo constituyen 48 géneros y 34 especies y representan el 15.6% del total de los géneros y el 4.7% de las especies respectivamente. Las especies conocidas de amplia distribución de la zona neotropical y subtropical del Nuevo Mundo son: 7 arbustos, 3 árboles, 3 epífitas, 20 herbáceas y una trepadora. En su mayoría pertenecen a familias cosmopolitas o tropicales de amplia distribución.

Elemento Andino. Este elemento se distribuye a lo largo de las cadenas montañosas de los Andes, pasando por las montañas centroamericanas hasta las sierras mexicanas de una manera más o menos continua, se presentan siete géneros: *Aegopogon*, *Arracacia*, *Diastatea*, *Lamourouxia*, *Lepechinia*, *Macromeria* y *Tigridia*. Además hay 34 especies agrupadas de la siguiente manera: 5 arbustos, 11 herbáceas anuales, 17 herbáceas perennes y una trepadora con esta afinidad.

Elemento caribeño. Esta distribución corresponderá a elementos con una distribución continua después del sur de los Estados Unidos, hasta el norte de la América del sur, se incluye las Antillas. Se excluyen las regiones mesoamericanas de montaña. Un solo género *Echeandia*. Las especies son en número de 21 las que se dividen de la siguiente manera: 2

arbustos, 1 subarbusto, 3 epífitas, 4 herbáceas anuales, 10 herbáceas perennes y 1 trepadora.

Elemento Mesoamericano de Bajas Altitudes. La distribución típica de esta afinidad va desde el norte de México hasta el sur de la América Central, aunque pueden exceder un poco estos límites. Los géneros son 6 y significan el 1.9%. Las especies que se presentan son 39 y significan el 5.4%. Las formas de vida que presentan son: 4 arbustos, 3 árboles, 2 epífitas, 9 herbáceas anuales, 14 herbáceas perennes, 3 parásitas y 3 trepadoras.

Elemento mesoamericano de montaña. La distribución de este grupo está confinado a las montañas mexicanas y centroamericanas y su conjunto forma un elemento original e importante de la flora. Para esta afinidad los géneros se presentan en número de 12 que significan el 3.9%. Las numerosas especies compartidas con esta relación en el área de estudio son: 91 que representan el 12.5% del total de especies, aquí la distribución según su forma de vida es: 22 arbustos, 1 subarbusto, 6 de forma arbórea, 4 epífitas, 11 herbáceas anuales, 44 herbáceas perennes, 1 parásita y 2 trepadoras. Pertenecen a varias familias, desde cosmopolitas, tropicales y algunas de regiones templadas.

ENDÉMICOS DE MÉXICO

Elemento mexicano. Este es un elemento tropical con una distribución a través de todo o de parte importante del territorio mexicano aunque puede excederse un poco en sus límites. Con un sólo género y un número alto de especies, 34 que representan el 4.7% del total: 5 arbustos, 1 epífita, 5 herbáceas anuales y 23 herbáceas perennes. De ellas una tercera parte pertenece a la familia Compositae.

Elementos del México Occidental. Con una distribución en la costa occidental de México, desde Sonora hasta Chiapas, y de la vertiente oriental de la Sierra Madre Occidental, al centro del Eje Neovolcánico Transversal (el Estado de México y la parte oeste de Puebla) y al sistema montañoso del norte de Oaxaca por el límite este. No tenemos registro de género, pero en el rango de especie se cuenta con la presencia de 26 unidades que significan el 3.6% del total, agrupadas de la siguiente manera: 10 arbustos, 2 árboles, 3 herbáceas anuales, 9 herbáceas perennes y 2 trepadoras.

Elementos del Sur de México. Su distribución abarca la porción sur de México con límite norte en el trópico de Cáncer. Sólo 12 elementos: 7 arbustos, 1 árbol, 1 epífita y 3 herbáceas perennes.

Elemento del Centro de México. El área de distribución está centrado en el eje neovolcánico transversal que atraviesa el país, puede a veces, extenderse hacia el norte hasta el extremo sur de la altiplanicie mexicana y hacia el sur hasta el norte del sistema montañoso de Oaxaca. Es el más numeroso de los grupos, su representación alcanza la cifra de 92, que representa el 12.6% del total de especies. Las formas biológicas que se presentan son las siguientes: 26 arbustos, 4 árboles, 6 epífitas, 12 herbáceas anuales, 36 herbáceas perennes, 3 parásitas y 5 trepadoras. Casi la tercera parte pertenece a la familia Compositae.

Elementos del Norte de México. Su distribución abarca de la costa Pacífica a la costa Atlántica, pero la parte sur que no pase del eje neovolcánico transversal. Se registran dos géneros *Kearnemalvastrum* y *Neobrittonia*. Del elemento específico se tienen nueve especies que significan el 1.2% y se presentan como: 8 herbáceas perennes y un subarbolito.

FLORA TEMPLADA

La flora que encontramos en el área de estudio de afinidad templada es medianamente numerosa, aunque de gran importancia por presentar elementos leñosos que conforman el paisaje de los bosques, son dominantes los pinos, los encinos, los madroños y los ailes, cuya presencia se remonta a la era terciaria, cuando aún estaban separados por agua los dos hemisferios del continente y donde no existía la actual fisiografía del territorio, pero donde se dieron las condiciones necesarias para la especiación de géneros, especialmente, los pinos y encinos.

ELEMENTO TEMPLADO DE LOS DOS HEMISFERIOS

En esta clasificación pertenecen elementos de las zonas templadas de los dos hemisferios e incluye frecuentemente las zonas montañosas intertropicales. Con el 3.9% por los 11 géneros. Se menciona para esta afinidad a *Galinsoga quadriradiata*, herbácea anual.

Elemento templado de amplia distribución en América. No se menciona género, ni especie.

Amplia distribución sobre todo euroasiático. Los elementos euroasiáticos introducidos a las zonas templadas del todo el mundo. Se presentan cinco géneros, significando el 1.6% y 7 herbáceas, 5 anuales y 2 perennes.

Del hemisferio sur, pero ligeramente extendido al norte. Este elemento lo constituyen cuatro géneros que representan el 1.3% del total y son:

Acaena, *Fuchsia*, *Myrcianthes* y *Piptochaetium*, en el rango específico un arbusto, *Coriaria ruscifolia* ssp. *microphylla*, cuya distribución parte desde Nueva Zelanda y de otras islas del Pacífico sur y que remonta hasta México por el macizo andino.

FLORA BOREAL

Esta flora es propia de las zonas templadas de Europa, Asia y Norteamérica, y las relaciones que se dan con la flora mexicana han sido de gran interés para muchos botánicos.

Elementos circumboreales. La distribución comprende de la región más meridional hasta la parte septentrional del norte de la zona tropical. De los 13 géneros (4.2%) siete son arborescentes y dominan el paisaje de los bosques mexicanos, entre ellos, pinos, oyameles, tejocote y encinos.

Hemisferio norte y de montañas tropicales. Numerosos son los géneros holárticos, 19 para esta clasificación que representan el 6.2% del total. Las especies de esta afinidad son tres herbáceas perennes, *Dryopteris wallichiana*, *Equisetum hyemale* var. *affine* y *Prunella vulgaris*.

Boreal común a América y al este de Asia. Los géneros templados compartidos con los dos continentes son cuatro y significan el 1.3% de la flora total. *Clethra*, *Lotus*, *Symphoricarpos* y *Taraxacum*, y la especie, *Taraxacum officinale*, “diente de león”.

Boreal común a América, oeste de Europa y Asia. En número de cinco los géneros templados de América y oeste del continente euroasiático (*Arbutus*, *Corallorrhiza*, *Helianthemum*, *Lupinus*, *Woodwardia*) y el porcentaje asciende a 1.6%, el rango específico en número de dos herbáceas, una anual y otra perenne, *Claytonia perfoliata* y *Botrychium virginia*, así como dos saprófitas: *Monotropa hypopithys* y *M. uniflora*.

Elemento holártico de Norteamérica. Para distinguir un poco la clase de taxa norteamericana se ha distribuido del norte del continente hasta la América Central, un conjunto de éstos donde la distribución está limitada al este de los Estados Unidos de América y a México por una parte y el sur de los EE.UU. y México por la otra.

Elemento de Norteamérica. Este grupo corresponde a los géneros distribuidos en la zona templada de Norteamérica, en las montañas de Centroamérica y en la cordillera de los Andes. De este elemento solamente ocho géneros que representan el 2.6% del total. Las especies son 12, distribuidas en forma siguiente: un arbusto, cinco herbáceas anual y cinco perennes y una trepadora.

Común a México y al este de los Estados Unidos. Solamente dos especies: un árbol, *Carpinus caroliniana* y una herbácea perenne: *Lathyrus parvifolius*.

Elemento común a México y al sur de Estados Unidos. Se incluye a Guatemala en la distribución. Tenemos para esta afinidad: tres géneros (*Astranthium*, *Garrya* y *Pinaropappus*) que significan el 1.0% de la flora y 12 especies, distribuidas de la siguiente manera: tres arbustos, una acuática, seis árboles, seis herbáceas anuales y ocho perennes, un subarbusto y dos trepadoras.

Elemento común en México y en América Central. Con tres géneros para esta afinidad (*Plecocorus*, *Romanschulzia* y *Rumfordia*) con el mismo porcentaje que la anterior. Muy significativo el número de especies templadas comunes a México y a Centroamérica: 42 y se presentan tres de forma arbustiva, 13 arbóreas, cuatro hierbas anuales, 17 hierbas perennes, una parásita y cuatro trepadoras.

FLORA ENDÉMICA DE MÉXICO

Un solo género, *Lasiarrhenum*, endémico de México que es el 0.3% de la flora. En contraste, se presenta un gran número de especies endémicas del territorio mexicano, lo que nos habla de un centro de especiación muy importante, en donde se conjuntaron las condiciones adecuadas para ser un punto de radiación evolutiva.

Elemento mexicano. Las especies templadas en número de 21 y sus formas de vida son: 6 árboles y 15 herbáceas perennes.

Norte de México. Para el norte de México encontramos cuatro especies: 1 arbusto, 2 árboles, 1 herbácea anual y una herbácea perenne.

Endémicas del centro de México. Un gran número es la participación de especies endémicas para el centro de México, región a la que pertenece nuestra área de estudio, 60 en total, distribuidas de acuerdo con su forma de vida en: 12 arbustos, 10 árboles, 6 herbáceas anuales y 30 herbáceas perennes, 1 subarbusto y 1 trepadora. Entre las familias mejor representadas tenemos: Fagaceae, Leguminosae y Compositae, familias de afinidad cosmopolita.

Endémicas del occidente de México. Un género, *Rhynchostele*, endémico del occidente mexicano. A nivel específico 15 especies que corresponden, según su forma de vida: 9 árboles y 6 herbáceas perennes. Donde destacan las familias cosmopolitas que participan, Pinaceae, Fagaceae y Compositae.

Endémicas del sur de México. Guatemala participa dentro de esta distribución. Para esta afinidad se encontraron 15 especies: tres arbustos, cinco árboles, dos herbáceas anuales y cinco herbáceas perennes.

FLORA ENDÉMICA DE REGIONES ÁRIDAS DE MÉXICO

En este elemento se han considerado tanto la flora templada como la tropical, una como la otra participan en esta composición. La importancia aquí es apreciar que existe participación en la zona de estudio de flora xerófila endémica mexicana.

Elemento endémico de regiones áridas de México y del Sur de los Estados Unidos de América. Con distribución en México y al sur de los EE.UU. un sólo género *Eysenhardtia*. Y dos especies: un arbusto, *Eysenhardtia polystachya* y una herbácea anual, *Lobelia fenestralis*.

Elemento endémico de las regiones áridas de México. En el rango específico se presentan dos herbáceas anuales, *Marina grammadenia* y *Marina scopas* y dos herbáceas perennes, *Panicum decolorans* y *Marina nutans*.

En los cuadros 5 y 6 se proporciona una visión sintética de lo anteriormente mencionado, en cuanto a la distribución de géneros y especies en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro.

CUADRO 5. NÚMERO Y PORCENTAJE DE ELEMENTOS
POR AFINIDAD BIOGEOGRÁFICA

TIPOS DE DISTRIBUCIÓN: ELEMENTOS	GÉNEROS		ESPECIES	
	NÚMERO	%	NÚMERO	%
0.- No determinadas	0	0.0	73	10.3
<i>Flora cosmopolita</i>				
1.- Cosmopolita	25	8.1	1	0.1
2.- Principalmente templada	25	8.1	6	0.9
3.- Principalmente americana	7	2.2	1	0.1
4.- Principalmente tropicales	12	3.8	0	0.0
5.- Principalmente neotropical	10	3.3	0	0.0
Subtotal	7.9	25.6	8	1.1

(Continúa)

CUADRO 5. NÚMERO Y PORCENTAJE DE ELEMENTOS
POR AFINIDAD BIOGEOGRÁFICA

TIPOS DE DISTRIBUCIÓN: ELEMENTOS	GÉNEROS		ESPECIES	
	NÚMERO	%	NÚMERO	%
<i>Flora americana</i>				
6.- Americana	16	5.2	8	1.1
<i>Flora tropical</i>				
7.- Pantropical	33	10.7	12	1.6
8.- Principalmente americana	11	3.5	4	0.5
9.- Principalmente africana	1	0.3	0	0.0
10.- Principalmente asiática	0	0.0	0	0.0
11.- Común a América, África y/o Madagascar	3	1.0	1	0.1
12.- Común a América, Asia y/o Oceanía	11	3.5	1	0.1
<i>Flora neotropical</i>				
13.- Pan-neotropical	48	15.6	36	4.9
14.- Andino	7	2.3	34	4.7
15.- Caribeño	1	0.3	20	2.7
16.- Mesoamericano de bajas altitudes	6	1.9	39	5.4
17.- Mesoamericano de montaña	12	3.9	91	12.5
<i>Flora endémica de México</i>				
18.- Mexicana	1	0.3	34	4.7
19.- México occidental	0	0.0	26	3.6
20.- Sur de México	0	0.0	12	1.6
21.- Centro de México	0	0.0	92	12.6
22.- Norte de México	2	0.6	9	1.2
Subtotal	136	43.9	411	56.3

(Continúa)

CUADRO 5. NÚMERO Y PORCENTAJE DE ELEMENTOS
POR AFINIDAD BIOGEOGRÁFICA

TIPOS DE DISTRIBUCIÓN: ELEMENTOS	GÉNEROS		ESPECIES	
	NÚMERO	%	NÚMERO	%
<i>Flora templada</i>				
23.- De los dos hemisferios	11	3.9	1	0.1
24.- De amplia distribución, pero mayormente americana	0	0.0	0	0.0
25.- De amplia distribución, pero mayormente euroasiática	5	1.6	9	1.2
26.- Hemisferio sur, pero ligeramente extendido hacia el norte	4	1.3	1	0.1
27.- Circumboreal	13	4.2	0	0.0
28.- Del hemisferio norte y de montañas tropicales	19	6.2	3	0.4
29.- Boreal común a América y este de Asia	4	1.3	1	0.1
30.- Boreal común a América, Europa y oeste de Asia	5	1.6	4	0.6
<i>Flora boreal</i>				
31.- Norteamericana	8	2.6	12	1.6
32.- Común México y E.U.	0	0.0	5	0.7
33.- Común a México y este de E.U.	0	0.0	2	0.3
34.- Común a México y sur de E.U.	3	1.0	27	3.7
35.- Común a México y América Central	3	1.0	42	5.8
<i>Flora endémica de México</i>				
36.- Mexicana	0	0.0	20	2.7
37.- Norte de México	0	0.0	5	0.7

(Continúa)

CUADRO 5. NÚMERO Y PORCENTAJE DE ELEMENTOS
POR AFINIDAD BIOGEOGRÁFICA

TIPOS DE DISTRIBUCIÓN: ELEMENTOS	GÉNEROS		ESPECIES	
	NÚMERO	%	NÚMERO	%
	38.- Centro de México	0	0.0	60
39.- Occidente de México	1	0.3	15	2.1
40.- Sur de México	0	0.0	15	2.1
Subtotal	75	250	222	304
<i>Flora endémica de regiones áridas de México</i>				
41.- México y sur de Estados Unidos				
Unidos	1	0.3	2	0.2
42.- México	0	0.0	4	0.6
Subtotal	1	0.3	6	0.8
Total	308	100.0	728	100.0

CUADRO 6. DISTRIBUCIÓN DE GÉNEROS Y ESPECIES

TIPOS DE DISTRIBUCIÓN: ELEMENTOS										
ESPECIES	AB/S	AR	EP	HA	HP	PA	TR	AC	SAP	
0.- No determinadas	73	16	4	3	4	37	4	4	1	
<i>Flora cosmopolita</i>										
1.- Cosmopolita	1				1					
2.- Principalmente templada	6				1	5				
3.- Principalmente americana	1				1					

(Continúa)

CUADRO 6. DISTRIBUCIÓN DE GÉNEROS Y ESPECIES

TIPOS DE DISTRIBUCIÓN: ELEMENTOS									
ESPECIES	AB/S	AR	EP	HA	HP	PA	TR	AC	SAP
4.- Principalmente tropicales	0								
5.- Principalmente neotropical	0								
Subtotal	2				3	5			
<i>Flora americana</i>									
6.- Americana	8				2	6			
<i>Flora tropical</i>									
7.- Pantropical	12			1	2	7		2	
8.- Principalmente americana	4	1				1		1	1
9.- Principalmente africana		0							
10.- Principalmente asiática		0							
11.- Común a América, África y/o Madagascar	1				1				
12.- Común a América, Asia y/o Oceanía	1				1				
<i>Flora neotropical</i>									
13.- Pan-neotropical	36	7	3	4	6	15		1	
14.- Andino	34	5			11	17		1	
15.- Caribeño	20	3		3	4	9		1	
16.- Mesoamericano de bajas altitudes	39	4	3	2	9	15	3	3	
17.- Mesoamericano de montaña	91	23	6	4	11	44	1	2	
<i>Flora endémica de México</i>									
18.- Mexicana	34	5		1	5	23			
19.- México occidental	26	10	2		3	9		2	
20.- Sur de México	12	7	1	1		3			
21.- Centro de México	92	26	4	6	12	36	3	5	

(Continúa)

CUADRO 6. DISTRIBUCIÓN DE GÉNEROS Y ESPECIES

TIPOS DE DISTRIBUCIÓN: ELEMENTOS									
ESPECIES	AB/S	AR	EP	HA	HP	PA	TR	AC	SAP
22.- Norte de México	9	1				8			
Subtotal	411	92	19	22	63	189	7	18	1
<i>Flora templada</i>									
23.- De los dos hemisferios		1				1			
24.- De amplia distribución, pero mayormente americana	0								
25.- De amplia distribución, pero mayormente euroasiática	9				7	2			
26.- Hemisferio sur, pero ligeramente extendido hacia el norte		1	1						
27.- Circumboreal	0								
28.- Del hemisferio norte y de montañas tropicales	3					3			
29.- Boreal común a América y este de Asia	1					1			
30.- Boreal común a América, Europa y oeste de Asia	4				1	1			2
<i>Flora boreal</i>									
31.- Norteamericana		12	1			5	5		1
32.- Común México y E.U.		5				3	2		
33.- Común a México y este de E.U.		2		1		1			
34.- Común a México y sur de E.U.	27	4	6		6	8		2	1
35.- Común a México y América Central		42	3	13		4	17	1	4

(Continúa)

CUADRO 6. DISTRIBUCIÓN DE GÉNEROS Y ESPECIES

TIPOS DE DISTRIBUCIÓN: ELEMENTOS									
ESPECIES	AB/S	AR	EP	HA	HP	PA	TR	AC	SAP
<i>Flora endémica de México</i>									
36.- Mexicana		21		6			15		
37.- Norte de México		5	1	2		1	1		
38.- Centro de México		60	13	10		6	30		1
39.- Occidente de México		15		9			6		
40.- Sur de México		15	3	5		2	5		
Subtotal	223	26	52	37	96	1	8	1	2
<i>Flora endémica de regiones áridas de México</i>									
41.- México y sur de Estados Unidos									
Unidos	2	1			1				
42.- México	4				2	2			
Subtotal	6	1			3	2			
Total	728	135	75	25	112	335	12	30	3 2

CONCLUSIONES

En este trabajo se destaca la relevancia de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro para aspectos de conservación de la biodiversidad. Los mosaicos de fitoespecies asociadas a la diversidad de hábitat es muy complejo y se ha preservado y restaurado por acción del manejo forestal adecuado. Esto es lo que hace relevante esta contribución, ya que da apoyo a todas las acciones de manejo que directa o indirectamente dependen del recurso vegetal.

AGRADECIMIENTOS

El núcleo del trabajo botánico tal como la determinación taxonómica fue llevado a cabo por C. Medina, F. Zens y F. Guevara, con quien compartimos múltiples experiencias de campo.

BIBLIOGRAFÍA

- Bello, M. A. y J. N. Labat. 1987. Los encinos (*Quercus*) del Estado de Michoacán, México. SARH-INIF-CEMC-CEM II. 115 pp.
- Fregoso, A., A. Velázquez, G. Bocco y G. Cortéz 2001. El enfoque paisajístico en el manejo forestal en la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. *Investigaciones Geográficas* 46:58-77.
- Medina, C., F. Guevara-Féfer, M. A. Martínez, P. Silva-Záens, M. A. Chávez-Carbajal y García, I. 2000. Estudio florístico en el área de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México.
- Madrigal, X. 1982. Claves para identificación de coníferas para el Estado de Michoacán. INIF, Boletín 58. 100 p.
- Ramamoorthy, T., P. Bye, R. Lot, A. y J. Fa. 1993. *Biological Diversity of Mexico: origins and distribution*. Oxford University Press, New York. 812 pp.
- Rzedowski, J. 1991 Diversidad y orígenes de la Flora Fanerogámica de México. *Acta Botánica Mexicana*, 14: 3-21.
- 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa, México D.F. 432 pp.
- Rzedowski, J. y R. Trujillo 1990. *Atlas Nacional de México*. Vol. II. Escala 1:8,000,000. Instituto de Geografía, UNAM, México.
- Velázquez, A. 1993. *Landscape Ecology of Tlaloc and Pelado*. International Institute for Aereospace Survey and Earth Sciences. Publication Nr. 16. 152 pp.
- CGSNE 1981. *Síntesis Geográfica del Estado de México*. Coordinación General de Servicios Nacionales de Estadística. Secretaría de Programación y Presupuesto. 174 pp y anexos cartográficos.

ANEXO. LISTADO FLORISTICO EN EL AREA DE LA
COMUNIDAD INDIGENA DE NUEVO SAN JUAN
PARANGARICUTIRO, MICHOACÁN. MÉXICO

PTERIDOPHYTA

ADIANTACEAE

- Adiantum andicola* Liebm.
Adiantum braunii Mett. ex Kuhn
Adiantum concinnum Humb. & Bonpl.
ex Willd.
Adiantum poiretii Wikstr.
Cheilanthes farinosa (Forssk.) Kaulf.
Cheilanthes incana (C.Presl) Mickel &
Beitel
Cheilanthes lendigera (Cav.) Sw.
Cheilanthes sinuata (Lag. ex Sw.)
Domin
Pellaea ternifolia (Cav.) Link
Pteris cretica L.
Pteris orizabae M.Martens & Galeotti

ASPENIACEAE

- Asplenium castaneum* Schltld. & Cham.
Asplenium fragrans Sw.
Asplenium monanthes L.
Asplenium munchii A.R.Smith
Asplenium praemorsum Sw.

ATHYRIACEAE

- Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.
Woodsia mollis (Kaulf.) J.Smith

BLECHNACEAE

- Woodwardia spinulosa* M.Martens &
Galeotti

DENNSTAEDTIACEAE

- Pteridium arachnoideum* (Kaulf.)
Maxon
Pteridium feei (Schaff. ex Fée) Faull

DRYOPTERIDACEAE

- Dryopteris rosii* C.Chr.
Dryopteris wallichiana (Spreng.) Hyl.
Plecosorus speciosissimus (A.Braun ex
Kunze) Moore

EQUISETACEAE

- Equisetum hyemale* var. affine
(Engelm.) A.A.Eaton

LOMARIOPSIDIACEAE

- Elaphoglossum petiolatum* (Sw.) Urb.
Elaphoglossum piloselloides (C.Presl)
Moore
Elaphoglossum tambillense (Hook.)
Moore, Mickel & Beitel

LYCOPODIACEAE

- Lycopodium pringlei* Underw. & Lloyd

OPHIOGLOSSACEAE

- Botrychium virginianum* (L.) Sw.

POLYPODIACEAE

- Phlebodium araneosum* (M.Martens &
Galeotti) Mickel & Beitel
Phlebodium aureum (L.) Sm.
Pleopeltis angusta Humb. & Bonpl. ex
Willd.
Pleopeltis interjecta (Weath.) Mickel &
Beitel
Pleopeltis macrocarpa (Bory) Kaulf. ex
Willd.
Pleopeltis mexicana (Fée) Mickel &
Beitel
Pleopeltis polylepis (Roem. ex Kunze)
Moore
Polypodium fraternum Schltld. &
Cham.

Polypodium hartwegianum Hook.
Polypodium madrese J.Smith
Polypodium martinesii Mett.
Polypodium platylepis Mett. ex Kuhn
Polypodium plebeium Schldtl. &
 Cham.

Polypodium plectolepis Hook.
Polypodium polypodioides (L.) Watt
Polypodium supetiolum Hook.
Polypodium thyssanolepis A.Braun ex
 Klotzsch

Polystichum rechichlaena Fée

SELAGINELLACEAE

Selaginella delicatissima Linden ex
 A.Braun

Selaginella pallescens (C.Presl) Spring

THELYPTERIDACEAE

Thelypteris pilosa (M.Martens &
 Galeotti) Crawford

VITTARIACEAE

Vittaria flavicosta Mickel & Beitel

GYMNOSPERMAE

CUPRESSACEAE

Cupressus lusitanica Mill.

Juniperus monticola Martínez

PINACEAE

Abies religiosa HBK.

Pinus devoniana Lindl.

Pinus douglasiana Martinez

Pinus hartwegii Lindl.

Pinus lawsonii Roehl

Pinus leiophylla Schldtl. & Cham.

Pinus maximinoi H.E.Moore

Pinus montezumae Lamb.

Pinus oocarpa Schiede ex Schldtl.

Pinus pringlei Schaw

Pinus pseudostrabus Lindl.

Pinus pseudostrabus f. protuberans
 Martínez

Pinus teocote Schldtl. & Cham.

ANGIOSPERMAE

ACANTHACEAE

Dyschoriste angustifolia (Hemsl.)

Kuntze

AGAVACEAE

Agave inaequidens K.Koch

Furcraea bedinghausii K.Koch

ALSTROEMERIACEAE

Bomarea hirtella (HBK.) Herb.

AMARANTHACEAE

Iresine diffusa Humb. & Bonpl. ex
 Willd.

ANACARDIACEAE

Rhus radicans L.

ANTHERICACEAE

Echeandia durangensis (Greenm.) Cruden

Echeandia flavescens (Schult. &
 Schult.f.) Cruden

Echeandia mexicana Cruden

AQUIFOLIACEAE

Ilex toluhana Hemsl.

ARALIACEAE

Dendropanax arboreus (L.) Decne. &
 Planch.

Oreopanax echinops (Schldtl. &
 Cham.) Decne. & Planch.

Oreopanax xalapensis (HBK.) Decne. &
 Planch.

Oreopanax sp.

ASCLEPIADACEAE

Asclepias linaria Cav.

Asclepias notha W.D.Stevens

Matelea chrysantha (Greenm.)
 Woodson

BEGONIACEAE*Begonia gracilis* HBK.*Begonia* sp.**BERBERIDACEAE***Berberis moranensis* Hebenstr. & Ludw.
ex Schult.**BETULACEAE***Alnus acuminata* ssp. *arguta* (Schltdl.)
Furlow*Alnus acuminata* ssp. *glabrata* (Fernald)
Furlow*Alnus jorullensis* HBK. ssp. *jorullensis**Alnus jorullensis* ssp. *lutea* Furlow*Carpinus caroliniana* Walter**BORAGINACEAE***Hackelia mexicana* (Schltdl. & Cham.)
I.M.Johnst.*Lasiarrhenum oblongifolium* Greenm.*Lasiarrhenum trinervium* (Lehm.)
Turner*Macromeria longiflora* (Sessé & Moc.)
D.Don*Tournefortia hirsutissima* L.*Tournefortia petiolaris* DC.**BROMELIACEAE***Tillandsia macdougallii* L.B.Sm.*Tillandsia prodigiosa* (Lem.) Baker*Tillandsia usneoides* (L.) L.*Tillandsia violacea* Baker**CACTACEAE***Heliocereus* sp.**CAMPANULACEAE***Diastatea micrantha* (HBK.) McVaugh*Lobelia fenestralis* Cav.*Lobelia laxiflora* HBK. var. *laxiflora**Lobelia laxiflora* var. *angustifolia*
A.DC.*Lobelia nana* HBK.*Lobelia plebeia* E. Wimm.**CAPRIFOLIACEAE***Sambucus nigra* var. *canadensis* (L.)

Bolli

Symphoricarpos microphyllus HBK.*Viburnum acutifolium* ssp.
microphyllum (Oerst.) Donoghue*Viburnum elatum* Benth.*Viburnum lautum* C.V.Morton**CARYOPHYLLACEAE***Arenaria lanuginosa* (Michx.) Rohrb.*Arenaria reptans* Hemsl.*Cerastium purpusii* Greenm.*Cerastium nutans* Raf.*Drymaria glandulosa* Bartl.*Drymaria malachoides* Briq.*Drymaria villosa* Cham. & Schltdl.*Spergularia mexicana* Hemsl.*Stellaria cuspidata* Willd. ex Schltdl.*Stellaria media* (L.) Cirillo**CHENOPODIACEAE***Chenopodium* sp.**CHLORANTHACEAE***Hedyosmum mexicanum* Cordem.**CISTACEAE***Helianthemum glomeratum* (Lag.) Lag.
ex Dunal*Helianthemum* sp.**CLETHRACEAE***Clethra hartwegii* Britton*Clethra mexicana* A.DC.**COMMELINACEAE***Commelina coelestis* Willd.*Commelina dianthifolia* DC.*Commelina diffusa* Burm. f.*Commelina tuberosa* L.*Cymbispatha commelinoides* (Roem. &
Schult.) Pichon*Gibasis pulchella* (HBK.) Raf.*Tinantia erecta* (Jacq.) Schltdl.

- Tripogandra amplexicaulis* (Klotzsch ex C.B. Clarke) Woodson
Tripogandra purpurascens (Schauer) Handlos
COMPOSITAE
Acourtia michoacana (B.L. Rob.) Reveal & R.M. King
Acourtia turbinata (La Llave & Lex.) Reveal & R.M. King
Ageratum corymbosum Zuccagni
Alloispermum integrifolium (DC.) B.L. Rob.
Alloispermum scabrum (Lag.) B.L. Rob.
Alloispermum urticifolium (Mill.) B.L. Rob.
Archibaccharis asperifolia (Benth.) S.F. Blake
Archibaccharis hieraciifolia Heering
Archibaccharis schiedeana (Benth.) J.D. Jackson
Archibaccharis serratifolia (HBK.) S.F. Blake
Astranthium orthopodum (B.L. Rob. & Fernald) Larsen
Baccharis conferta HBK.
Baccharis heterophylla HBK.
Baccharis multiflora HBK.
Baccharis pteronioides DC.
Baccharis serraefolia DC.
Bidens aequisquama (Fernald) Sherff
Bidens aurea (Aiton) Sherff
Bidens ferulifolia (Jacq.) DC.
Bidens odorata Cav.
Bidens ostruthioides (DC.) Sch. Bip.
Bidens serrulata (Poir.) Desf.
Bidens triplinervia HBK.
Brickellia pendula (Schrad.) A. Gray
Brickellia squarrosa (Cav.) B.L. Rob.
Cirsium anartiolepis Petr.
Cirsium ehrenbergii Sch. Bip.
Cirsium nivale (HBK.) Sch. Bip.
Cirsium velatum (S. Watson) Petr.
Cirsium tolucanum (B.L. Rob. & Seaton) Petr.
Conyza canadensis (L.) Cronquist
Conyza coronopifolia HBK.
Conyza microcephala Hemsl.
Conyza schiedeana (Less.) Cronquist
Conyza sophiifolia HBK.
Cosmos bipinnatus Cav.
Cosmos carvifolius Benth.
Dahlia coccinea Cav.
Dahlia rudis P.D. Sorensen
Dahlia scapigera (A. Dietr.) Knowles & Westc.
Erigeron delphinifolius Willd.
Erigeron galeottii (A. Gray ex Hemsl.) Greene
Erigeron polycephalus (Larsen) G.L. Nesom
Erigeron pubescens HBK.
Erigeron velutipes Hook. & Arn.
Eupatorium areolare DC.
Eupatorium arsenei B.L. Rob.
Eupatorium aschenbornianum S. Schauer
Eupatorium brevipes DC.
Eupatorium dolichobasis McVaugh
Eupatorium glabratum HBK.
Eupatorium longipes A. Gray
Eupatorium isolepis B.L. Rob.
Eupatorium mairetianum DC.
Eupatorium malacolepis B.L. Rob.
Eupatorium oresbium B.L. Rob.
Eupatorium pazcuarense HBK.
Eupatorium petiolare Moc. ex DC.
Eupatorium pycnocephalum Less.
Eupatorium rivale Greenm.

- Eupatorium rubricaulle* HBK.
Galinsoga quadriradiata Ruiz & Pav.
Gnaphalium americanum Mill.
Gnaphalium attenuatum DC.
Gnaphalium bourgovii A.Gray
Gnaphalium canescens DC.
Gnaphalium inornatum DC.
Gnaphalium liebmannii Sch.Bip. ex Klatt
Gnaphalium oxyphyllum DC.
Gnaphalium roseum HBK.
Gnaphalium salicifolium (Bertol.) Sch.Bip.
Gnaphalium semiamplexicaule DC.
Gnaphalium stramineum HBK.
Gnaphalium viscosum HBK.
Heterotheca inuloides Cass. var. *inuloides*
Heterotheca inuloides var. *rosei* B.Wagenkn.
Hieracium abscissum Less.
Hieracium schultzei Fr.
Jaegeria bellidiflora (DC.) A.M.Torres & Beaman
Jaegeria hirta (Lag.) Less.
Jaegeria macrocephala Less.
Lagascea helianthifolia HBK.
Melampodium montanum Benth.
Melampodium perfoliatum (Cav.) HBK.
Montanoa frutescens Mairet ex DC.
Perymenium alticola McVaugh
Perymenium buphthalmoides DC. var. *buphthalmoides*
Perymenium buphthalmoides var. *flexuosum* (Greenm.) McVaugh
Pinaropappus roseus (Less.) Less.
Piqueria pilosa HBK.
Piqueria triflora Hemsl.
Piqueria trinervia Cav.
Podachaenium eminens (Lag.) Sch.Bip.
Rumfordia floribunda DC.
Sabazia humilis (HBK.) Cass.
Sabazia liebmannii Klatt
Senecio albonervius Greenm.
Senecio angulifolius DC.
Senecio barba-johannis DC.
Senecio callosus Sch. Bip.
Senecio mexicanus McVaugh
Senecio peltiferus Hemsl.
Senecio roldana DC.
Senecio salignus DC.
Senecio sanguisorbae DC.
Senecio sinuatus HBK.
Senecio stoechadiformis DC.
Senecio toluccanus DC.
Sigesbeckia agrestis Poepp. & Endl.
Sigesbeckia jorullensis HBK.
Sonchus oleraceus L.
Stevia jorullensis HBK.
Stevia lucida Lag.
Stevia micradenia B.L. Rob.
Stevia monardifolia HBK.
Stevia myricoides McVaugh
Stevia nelsonii B.L.Rob.
Stevia nepetifolia HBK.
Stevia aff. organoides HBK.
Stevia ovata Willd.
Stevia salicifolia Cav.
Stevia subpubescens Lag.
Tagetes filifolia Lag.
Tagetes foetidissima DC.
Tagetes remotiflora Kunze
Tagetes subulata Cerv.
Tagetes triradiata Greenm.
Taraxacum officinale Weber
Tithonia tubaeformis (Jacq.) Cass.
Trigonospermum melampodioides DC.
Verbesina discoidea (Brandege) Rzed.

- Verbesina fastigiata* B.L.Rob. & Greenm.
Verbesina greenmanii Urb.
Verbesina klattii B.L.Rob. & Greenm.
Verbesina oncophora B.L.Rob. & Seaton
Verbesina tetraptera (Ortega) A.Gray
Viguiera hemsleyana S.F.Blake
CONVOLVULACEAE
Cuscuta corymbosa var. *grandiflora* Engelm.
Cuscuta rugosiceps Yunck.
Ipomoea funis Schltld. & Cham.
Ipomoea purpurea (L.) Roth
CORIARIACEAE
Coriaria ruscifolia ssp. *microphylla* (Poir.) L.E.Skog
CORNACEAE
Cornus disciflora Sessé & Moc. ex DC.
CRASSULACEAE
Altamiranoa mexicana (Schltld.) Rose
Echeveria fulgens Lem.
Echeveria mucronata (Baker) Schltld.
Sedum bourgaei Hemsl.
CRUCIFERAE
Brassica rapa L.
Brassica nigra (L.) W.D.J.Koch
Draba jorullensis HBK.
Halimolobos berlandieri (E.Fourn.) O.E.Schulz
Lepidium lasiocarpum Nutt. ex Torr. & A.Gray
Lepidium virginicum L.
Raphanus raphanistrum L.
Romanschulzia arabiformis (DC.) Rollins
Rorippa sp.
CUCURBITACEAE
Cyclanthera dissecta (Torr. & A.Gray) Arn.
Cyclanthera langaei Cogn.
Sicyos deppei G.Don
Sicyos parviflorus Willd.
CYPERACEAE
Carex peucophila Holm
Carex aff. tuberculata Liebm.
Cyperus hermaphroditus (Jacq.) Standl.
Cyperus manimae HBK.
Cyperus sanguineoater Boeck.
Cyperus seslerioides HBK.
Cyperus spectabilis Link
Cyperus sp.
Kyllinga odorata Vahl
Kyllinga pumila Michx.
DILLENACEAE
Saurauia serrata DC.
ERICACEAE
Arbutus glandulosa M.Martens & Galeotti
Arbutus occidentalis var. *villosa* McVaugh & Rosatti
Arbutus tessellata P.D.Sorensen
Arbutus xalapensis HBK.
Arctostaphylos discolor (Hook.) DC.
Arctostaphylos pungens HBK.
Arctostaphylos rupestris B.L.Rob. & Seaton
Gaultheria lancifolia Small
Monotropa hypopithys L.
Monotropa uniflora L.
Pernettya prostrata (Cav.) DC.
Vaccinium caespitosum Michx.
EUPHORBIACEAE
Euphorbia graminea Jacq.
Euphorbia ocymoidea L.
Euphorbia prostrata Aiton
Euphorbia stictospora Engelm.
FAGACEAE
Quercus candicans Née

- Quercus castanea* Née
Quercus conspersa Benth.
Quercus crassifolia Humb. & Bonpl.
Quercus crassipes Humb. & Bonpl.
Quercus deserticola Trel.
Quercus dysophylla Benth.
Quercus gentryi C.H.Müll.
Quercus glaucescens Humb. & Bonpl.
Quercus laurina Humb. & Bonpl.
Quercus magnoliaefolia Née
Quercus martinezii C.H.Müll.
Quercus obtusata Humb. & Bonpl.
Quercus peduncularis Née
Quercus planipocula Trel.
Quercus rugosa Née
Quercus splendens Née
FLACOURTIACEAE
Xylosma flexuosum (HBK.) Hemsl.
Xylosma aff. velutinum Triana & Karst.
GARRYACEAE
Garrya laurifolia Hartw. ex Benth.
GENTIANACEAE
Centaurium quitense (HBK.) B.L.Rob.
Gentianella amarella ssp. hartwegii
 (Benth.) J.M.Gillett
Halenia brevicornis (HBK.) G.Don
GERANIACEAE
Erodium cicutarium (L.) L'Hér.
Erodium moschatum (L.) L'Hér.
Geranium aristisepalum H.E.Moore
Geranium cruceroense Knuth
Geranium latum Small
Geranium lilacinum R.Knuth
Geranium seemannii Peyr.
GESNERIACEAE
Kohleria elegans (Decne.) Loes.
GRAMINEAE
Aegopogon cenchroides Humb. &
 Bonpl. ex Willd.
Aegopogon tenellus (DC.) Trin.
Agrostis hyemalis (Walter) B.S.P.
Agrostis aff. perennans (Walter) Tuck.
Aristida divaricata Humb. & Bonpl. ex
 Willd.
Bothriochloa barbinodis (Lag.) Herter
Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr.
Brachypodium mexicanum (Roem. &
 Schult.) Link
Bromus anomalus Rupr. ex Fourn.
Bromus exaltatus Bernh.
Bromus carinatus Hook. & Arn.
Bromus dolichocarpus Wagnon
Bromus inermis Leyss.
Calamagrostis valida Sohns
Chloris sp.
Chusquea aff. circinata Soderstrom &
 Calderón
Digitaria badia (Scribn. & Merr.)
 Fernald
Digitaria leucites (Trin.) Henrard
Eragrostis mexicana (Hornem.) Link
 ssp. mexicana
Eragrostis pectinacea (Michx.) Nees
Festuca amplissima Rupr.
Festuca breviglumis Swallen
Festuca callosa (Piper) Saint-Yves
Lasiacis nigra Davidse
Muhlenbergia aff. distans Swallen
Muhlenbergia dumosa Scribn. ex Vasey
Muhlenbergia glabrata (HBK.) Kunth
Muhlenbergia macrotis (Piper) Hitchc.
Muhlenbergia macroura (HBK.) Hitchc.
Muhlenbergia minutissima (Steud.)
 Swallen
Muhlenbergia peruviana (Beauv.) Steud.
Muhlenbergia ramulosa (HBK.) Swallen
Muhlenbergia virletii (E.Fourn.)
 Soderstr

- Muhlenbergia* sp.
Oplismenus burmannii (Retz.) P.Beauv.
Oplismenus compositus (L.) P.Beauv.
Panicum albomaculatum Scribn.
Panicum bulbosum HBK.
Panicum decolorans HBK.
Panicum hallii Vasey
Paspalum prostratum Scribn. & Merr.
Paspalum squamulatum Fourn.
Phalaris canariensis L.
Piptochaetium fimbriatum (HBK.) Hitchc.
Piptochaetium virescens (HBK.) Parodi
Poa annua L.
Schizachyrium sanguineum (Retz.) Alston
Setaria geniculata (Lam.) P.Beauv.
Setaria grisebachii Fourn.
Sporobolus indicus (L.) R.Br.
Trinichloa stipoides (HBK.) Hitchc.
Trisetum altijugum (Fourn.) Scribn.
Trisetum deyeuxioides (HBK.) Kunth
Trisetum virletii Fourn.
Vulpia myuros (L.) C.C.Gmel.
Zeugites americana Willd. var. *americana*
Zeugites americana var. *pringlei* (Scribn.) McVaugh
GUTTIFERAE
Clusia salvinii Donn.Sm.
Hypericum aff. pauciflorum HBK.
Hypericum philonotis Cham. & Schltl.
HYDROPHYLLACEAE
Nama dichotomum (Ruiz & Pav.) Choisy
Phacelia platycarpa (Cav.) Spreng.
Wigandia urens (Ruiz & Pav.) HBK.
IRIDACEAE
Sisyrinchium angustifolium Mill.
Sisyrinchium cernuum (E.P.Bicknell) Kearney
Sisyrinchium convolutum Nocca
Sisyrinchium palmeri Greenm.
Sisyrinchium schaffneri S.Watson
Sisyrinchium toluense Peyr.
Tigridia alpestris ssp. *obtusa* Molseed
JUNCACEAE
Luzula gigantea Desv.
Luzula racemosa Desv.
LABIATAE
Hyptis mutabilis (Rich.) Briq.
Lepechinia caulescens (Ortega) Epling
Prunella vulgaris L.
Salvia albo-caerulea Linden
Salvia clinopodioides HBK.
Salvia elegans Vahl
Salvia fulgens Cav.
Salvia gesneriflora Lindl.
Salvia gracilis Benth.
Salvia iodantha Fernald
Salvia laevis Benth.
Salvia lavanduloides HBK.
Salvia melissodora Lag.
Salvia mexicana L. var. *mexicana*
Salvia mexicana var. *minor* Benth.
Salvia mocinoi Benth.
Salvia polystachya Ortega
Salvia purpurea Cav.
Salvia sanctae-luciae Seem.
Salvia thyrsoflora Benth.
Salvia tiliifolia Vahl
Satureja macrostema (Benth.) Briq.
Scutellaria hintoniana Epling
Stachys coccinea Jacq.
Stachys eriantha Benth.
Stachys guatemalensis Epling
Stachys sanchezii Rzed. & García Zuñiga

- Stachys aff. sanchezii* Rzed. & García
Zuñiga
- LAURACEAE
- Persea americana* Mill.
Persea longipes (Schltdl.) Meissn.
- LEGUMINOSAE
- Acacia angustissima* (Mill.) Kuntze var.
angustissima
Acacia farnesiana (L.) Willd.
Astragalus guatemalensis Hemsl.
Astragalus lyonnetii Barneby
Brongniartia sp.
Calliandra grandiflora (L'Hér.) Benth.
Cologania broussonetii (Balb.) DC.
Crotalaria longirostrata Hook. & Arn.
Crotalaria mollicula HBK.
Crotalaria pumila Ortega
Crotalaria rotundifolia (Walter)
J.F.Gmel. var. *rotundifolia*
Crotalaria rotundifolia var. *vulgaris*
Windler
Crotalaria sagittalis L.
Dalea brachystachys A.Gray
Dalea leucostachys A.Gray
Dalea leporina (Aiton) Bullock
Dalea mucronata DC.
Dalea thouinii Schrank
Dalea versicolor Zucc.
Desmodium alamanii DC.
Desmodium aparines (Link) DC.
Desmodium bellum (S.F.Blake)
B.G.Schub.
Desmodium densiflorum Hemsl.
Desmodium neomexicanum A.Gray
Desmodium plicatum Schltdl. & Cham.
Desmodium sumichrastii (Schindl.)
Standl.
Desmodium uncinatum (Jacq.) DC.
Eysenhardtia polystachya (Ortega) Sarg.
- Lathyrus parvifolius* S.Watson
Leucaena esculenta (DC.) Benth.
Lotus angustifolius (G.Don) Sessé &
Moc.
Lotus repens (G.Don) Standl. &
Steyerm.
Lupinus campestris Schltdl. & Cham.
Lupinus elegans HBK.
Lupinus exaltatus Zucc.
Lupinus marshallianus Sweet
Lupinus mexicanus Cerv. ex Lag.
Lupinus montanus HBK.
Lupinus persistens Rose
Lupinus reflexus Rose
Lupinus splendens Rose
Lupinus stipulatus J.Agardh
Macroptilium gibbosifolium (Ortega)
A.Delgado
Marina grammadenia Barneby
Marina nutans (Cav.) Barneby
Marina scopa Barneby
Mimosa albida Humb. & Bonpl. ex
Willd.
Phaseolus acutifolius var. *latifolius*
G.F.Freeman
Phaseolus coccineus L.
Phaseolus lunatus L.
Phaseolus micranthus Hook. & Arn.
var. *micranthus*
Phaseolus pedicellatus Benth.
Phaseolus vulgaris L.
Senna multiglandulosa (Jacq.)
H.S.Irwin & Barneby
Trifolium amabile HBK.
Trifolium goniocarpum Lojac.
Vicia humilis HBK.
Vicia pulchella HBK. ssp. *pulchella*
Vicia pulchella ssp. *mexicana* (Hemsl.)
C.R.Gunn

*LENTIBULARIACEAE**Pinguicula moranensis* HBK.*Pinguicula oblongiloba* DC.*LINACEAE**Linum orizabae* Planch.*LOGANIACEAE**Buddleia cordata* HBK. ssp. *cordata**Buddleia parviflora* HBK.*Buddleia sessiliflora* HBK.*LORANTHACEAE**Arceuthobium globosum* Hawksw. &Wiens ssp. *globosum**Arceuthobium globosum* ssp.*grandicaule* Hawksw. & Wiens*Cladocolea microphylla* (HBK.) Kuijt*Cladocolea diversifolia* (Benth.) Kuijt*Phoradendron falcatum* (Schltdl. &

Cham.) Trel.

Phoradendron longifolium Eichler ex

Trel.

Psittacanthus calyculatus (DC.) G. Don*Psittacanthus macrantherus* Eichler*Struthanthus microphyllus* (HBK.)

G. Don

Struthanthus venetus (HBK.) Blume*LYTRACEAE**Cuphea aequipetala* Cav.*Cuphea bustamanta* Lex.*Cuphea hookeriana* Walp.*Cuphea jorullensis* HBK.*MALVACEAE**Anoda cristata* (L.) Schltdl.*Kearnemalvastrum subtriflorum* (Lag.)

D.M. Bates

Malvaviscus arboreus Cav.*Neobrittonia acerifolia* (G. Don) Hochr.*Phymosia rosea* (DC.) Kearney*Sida haenkeana* C. Presl*MELASTOMATACEAE**Heterocentron mexicanum* Hook. &

Arn.

Leandra subseriata (Naudin) Cogn.*MYRSINACEAE**Parathesis macronema* Bullock*Parathesis melanosticta* (Schltdl.)

Hemsl.

Parathesis sp.*Rapanea jurgensenii* Mez*MYRTACEAE**Myrcianthes fragrans* (Sw.) McVaugh*ONAGRACEAE**Epilobium ciliatum* Raf.*Fuchsia arborescens* Sims*Fuchsia fulgens* DC.*Fuchsia microphylla* HBK.*Fuchsia obconica* Breedlove*Fuchsia parviflora* (Zucc.) Hemsl.*Fuchsia thymifolia* HBK.*Lopezia miniata* Lag. ex DC.*Lopezia racemosa* Cav.*Lopezia trichota* Schltdl.*Oenothera pubescens* Willd. ex Spreng.*Oenothera purpusii* Munz*ORCHIDACEAE**Bletia rosea* A. Rich. & Galeotti*Corallorrhiza involuta* Greenm.*Corallorrhiza maculata* Raf.*Epidendrum anisatum* Lex.*Epidendrum cusii* Hågsater*Govenia liliacea* (Lex.) Lindl.*Govenia purpusii* Schltr. vel aff.*Govenia superba* (Lex.) Lindl. ex Lodd.*Habenaria guadalajarana* S. Watson*Habenaria novemfida* Lindl.*Habenaria* sp.*Liparis draculoides* E.W. Greenw.*Malaxis ehrenbergii* (Rchb.f.) Kuntze

- Malaxis unifolia* Michx.
Ponthieva sp.
Rhynchosstele cervantesii (Lex.) Soto
 Arenas & Salazar
Spiranthes eriophora B.L.Rob. &
 Greenm.
Spiranthes graminea Lindl.
Spiranthes hyemalis A.Rich. & Galeotti
Spiranthes rubrocallosa B.L.Rob. &
 Greenm.
OXALIDACEAE
Oxalis alpina (Rose) Knuth
Oxalis corniculata ssp. *albicans* (HBK.)
 Lourt.
Oxalis corniculata L.
Oxalis hernandesii DC.
Oxalis latifolia HBK.
PASSIFLORACEAE
Passiflora biflora Lam.
Passiflora coriacea Juss.
Passiflora filipes Benth.
Passiflora sp.
PHYTOLACCACEAE
Phytolacca icosandra L.
PIPERACEAE
Peperomia collocata Trel.
Peperomia campyloptera A.W.Hill
Peperomia galioides HBK.
Peperomia hintonii Yunck.
Peperomia hispidula (Sw.) A.Dietr.
Peperomia quadrifolia (L.) HBK.
Peperomia tetraphylla (G.Forst.) Hook.
 & Arn.
Piper diandrum DC.
Piper sp.
PLANTAGINACEAE
Plantago australis Lam. ssp. *australis*
Plantago australis ssp. *hirtella* (HBK.)
 Rahn
Plantago nivea HBK.
Plantago major L.
POLEMONIACEAE
Loeselia mexicana (Lam.) Brand
POLYGALACEAE
Monnina ciliolata DC.
Monnina xalapensis HBK.
POLYGONACEAE
Polygonum hydropiperoides Michx.
Polygonum punctatum Elliott
Rumex conglomeratus Murray
Rumex obtusifolius L.
PONTEDERIACEAE
Heteranthera limosa (Sw.) Willd.
PORTULACACEAE
Claytonia perfoliata Donn ex Willd.
POTAMOGETONACEAE
Potamogeton diversifolius Raf.
PRIMULACEAE
Anagallis arvensis L.
RANUNCULACEAE
Ranunculus petiolaris HBK. ex DC.
 var. *petiolaris*
Ranunculus petiolaris var. *trahens*
 T.Duncan
Thalictrum gibbosum Lecoy.
RHAMNACEAE
Ceanothus coeruleus Lag.
ROSACEAE
Acaena elongata L.
Alchemilla aphanoides L.f.
Alchemilla pringlei Fedde
Alchemilla procumbens Rose
Alchemilla siboldiifolia HBK.
Alchemilla aff. vulcanica Schldtl. &
 Cham.
Crataegus pubescens (HBK.) Steud.
Holodiscus argenteus (L.f.) Maxim.
Prunus brachybotrya Zucc.

- Prunus serotina* ssp. *capuli* (Cav.)
McVaugh
- Rubus adenotrichus* Schltld.
- Rubus caudatisepalus* Calderón
- Rubus cymosus* Rydb.
- Rubus liebmannii* Focke
- Rubus pringlei* Rydb.
- Rubus schiedeanus* Steud.
- RUBIACEAE**
- Borreria remota* (Lam.) Cabral &
Bacigalupo
- Borreria verticillata* (L.) G.Mey.
- Bouvardia ternifolia* (Cav.) Schltld.
- Crusea coccinea* DC.
- Crusea diversifolia* (HBK.)
W.R.Anderson
- Crusea longiflora* (Willd. ex Roem &
Schult.) W.R.Anderson
- Didymaea alsinoides* (Schltld. &
Cham.) Standl.
- Didymaea floribunda* Rzed.
- Didymaea* sp.
- Galium aschenbornii* Schauer
- Galium mexicanum* HBK.
- Hedyotis pygmaea* Roem. & Schult.
- Psychotria* sp.
- SABIACEAE**
- Meliosma dentata* (Liebm.) Urb.
- SALICACEAE**
- Salix bonplandiana* HBK.
- Salix paradoxa* HBK.
- SAXIFRAGACEAE**
- Heuchera orizabensis* Hemsl.
- SCROPHULARIACEAE**
- Bacopa procumbens* (Mill.) Greenm.
- Buchnera obliqua* Benth.
- Castilleja arvensis* Cham. & Schltld.
- Castilleja gracilis* Benth.
- Castilleja lithospermoides* HBK.
- Castilleja moranensis* HBK.
- Castilleja scorzonerifolia* HBK.
- Castilleja tenuiflora* Benth.
- Castilleja tenuifolia* M.Martens &
Galeotti
- Lamourouxia multifida* HBK.
- Lamourouxia xalapensis* HBK.
- Penstemon apateticus* Straw
- Penstemon campanulatus* (Cav.) Willd.
- Russelia multiflora* Sims
- Russelia* sp.
- Sibthorpia repens* (Mutis ex L.f.)
Kuntze
- Verbascum virgatum* Stokes ex With.
- SMILACACEAE**
- Smilax moranensis* M.Martens &
Galeotti
- Smilax pringlei* Greenm.
- SOLANACEAE**
- Cestrum anagyris* Dunal
- Cestrum nitidum* M.Martens &
Galeotti
- Cestrum thyrsoides* HBK.
- Datura arborea* L.
- Jaltomata procumbens* (Cav.) J.L.Gentry
- Lycianthes moziniana* (Dunal) Bitter
- Physalis coztomatl* Moc. & Sessé ex
Dunal
- Physalis sordida* Fernald
- Physalis sulphurea* (Fernald) Waterf.
- Physalis volubilis* Waterf.
- Solanum americanum* Mill.
- Solanum appendiculatum* Humb. &
Bonpl. ex Dunal
- Solanum cervantesii* Lag.
- Solanum* aff. *dulcamaroides* Dunal
- Solanum lanceolatum* Cav.
- Solanum nigrescens* M.Martens &
Galeotti

- Solanum nudum* Dunal
Solanum torvum Sw.
Solanum verrucosum Schltld.
STYRACACEAE
Styrax argenteus C.Presl ssp. *argenteus*
Styrax argenteus var. *ramirezii*
 (Greenm.) Gonsoulin
SYMPLOCACEAE
Symplocos citrea Lex.
THEACEAE
Cleyera integrifolia (Benth.) Choisy
Ternstroemia pringlei (Rose) Standl.
TILIACEAE
Tilia mexicana Schltld.
Tilia occidentalis Rose
Triumfetta brevipes S.Watson
Triumfetta galeottiana Turcz.
ULMACEAE
Trema micrantha (L.) Blume
UMBELLIFERAE
Arracacia aegopodioides (HBK.)
 J.M.Coult. & Rose
Arracacia atropurpurea (Lehm.) Benth.
 & Hook.
Arracacia toluensis var. *multifida*
 (S.Watson) Mathias & Constance
Cyclosporum leptophyllum (Pers.) Sprague
Daucus montanus Humb. & Bonpl.
- Donnellsmithia mexicana* (B.L.Rob.)
 Mathias & Constance
Eryngium alternatum J.M.Coult. & Rose
Eryngium carlinae F.Delaroche
Eryngium longifolium Cav.
Eryngium mexiae Constance
Rhodosciadium toluense (HBK.)
 Mathias
URTICACEAE
Parietaria pensylvanica Muhl.
Phenax hirtus (Sw.) Wedd.
Urera caracasana (Jacq.) Griseb.
Urtica mexicana Liebm.
Urtica urens L.
VALERIANACEAE
Valeriana clematitis HBK.
Valeriana robertianifolia Briq.
Valeriana sorbifolia HBK.
Valeriana urticifolia HBK.
VERBENACEAE
Citharexylum affine G.Don.
Verbena bipinnatifida Nutt.
Verbena carolina L.
VIOLACEAE
Viola grahamii Benth.
VITACEAE
Vitis bourgaeana Planch.

NUEVE

La vegetación, sus componentes y un análisis jerárquico del paisaje

Alejandra Fregoso, Alejandro Velázquez y Gonzalo Cortéz

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda social del recurso forestal maderable que se satisface al intensificar la explotación de bosques naturales y plantaciones forestales, ha tenido graves consecuencias ambientales, entre las que se pueden mencionar: la pérdida de la diversidad biológica, el incremento de la deforestación y la erosión así como la contaminación de cuerpos de agua (Panayotu 1994, IUCN 1996). De manera paralela los efectos sociales se hacen evidentes en la pérdida de capital existente y el detrimento de la calidad de vida de los propietarios del recurso (Bocco *et al.* 2000a). A raíz de esta situación de crisis socioambiental se inicia el interés de la comunidad internacional por conservar la diversidad biológica y promover el desarrollo sustentable (IRM 1992).

A partir de la última década, las iniciativas internacionales se han dirigido al sector forestal para alcanzar modelos integrales de aprovechamiento y así mejorar las prácticas de uso de los recursos forestales. Esto incluye la incorporación de elementos biológicos, ecológicos, geográficos, económicos y sociales (Daily *et al.* 1996). De esta manera, la conservación de la diversidad biológica, así como el mantenimiento de bienes y servicios ambientales que naturalmente brinda el bosque, se consideran y promueven en el manejo forestal (Oliver *et al.* 1992, Sist *et al.* 1998).

Bajo el marco de desarrollo de modelos integrales para el aprovechamiento forestal, el enfoque de paisaje sirve como base para el reconocimiento de unidades de manejo forestal (Velázquez *et al.* 2001). A través de este enfoque se definen entidades geográficas por su homogeneidad interna (relieve, suelo y vegetación) y la inherente heterogeneidad entre unidades (Naveh y Lieberman 1993). Esto incluye el conocimiento de la estructura, composición y funcionamiento del ecosistema, bajo el análisis equitativo de sus elementos a diferentes escalas de tiempo y espacio (Mummery *et al.* 1999, Farina 1998). El análisis integral del paisaje permite predecir la dinámica del ecosistema e incorporar este proceso en el diseño de los modelos de aprovechamiento y conservación de los recursos forestales (Jardel 1998, Neave 1998, Pitkänen 1998, Palik 1999, Spies y Turner 1999, Velázquez *et al.* 2001).

Por otro lado, debe tomarse en cuenta que el manejo de los recursos naturales forestales depende de los objetivos planteados por los poseedores del bosque, o bien sus administradores directos (Maguire 1999). Tradicionalmente uno de los objetivos planteados con mayor frecuencia, es la optimización de la producción de los recursos deseados, en este caso la madera (Thoms y Betters 1997, Seymour 1999). Es a través de este recurso que el diseño y la planeación para el manejo de los bosques se enfoca en la identificación y monitoreo de las especies más rentables desde el punto de vista forestal (Seymour 1999). De esta forma la obtención del volumen de madera deseada condiciona la dinámica del bosque favoreciendo el establecimiento, desarrollo y reproducción de las especies arbóreas de valor económico maderable (Wolf 1998). Ello se refleja en la alteración de las condiciones ambientales, tales como el ciclo hidrológico, el microclima, el proceso de sucesión secundaria y consecuentemente la composición de las comunidades bióticas (Chadwick *et al.* 1986).

Actualmente, el manejo del bosque se basa en equiparar el efecto de las perturbaciones humanas, vinculadas con el aprovechamiento forestal y con el efecto de los disturbios naturales, tales como incendios, plagas, huracanes, entre otros (Jardel 1984, Vogt 1997, Seymour 1999). El disturbio es un evento que ocurre en un determinado tiempo y espacio que altera el equilibrio ecológico en la zona afectada, modificando la disponibilidad de los recursos (Palik 1999). A partir de esta analogía basada en la capacidad de regeneración del bosque, se desarrollan los modelos de aprovechamiento (Jardel 1984, Brokaw 1999, Spies y Turner 1999). Los parámetros considerados para tal semejanza son tres: el intervalo de retorno reflejado en el periodo en que la perturbación ocurre; la intensidad de la perturbación,

relacionada con la cantidad de vegetación removida y el tamaño del área afectada y el patrón espacial de la perturbación, en función de la distribución y efectos a distintas escalas. El análisis de estos parámetros, presupone el dinamismo del bosque, su heterogeneidad espacial y el enfoque multiescalar para su manejo (Spies y Turner 1999).

Para conciliar los objetivos de aprovechamiento y conservación de los recursos naturales forestales es necesario analizar elementos ecológicos y espaciales que permitan comprender el funcionamiento del bosque (Baskent 1997, Jardel 1998, Velázquez *et al.* 2001). A partir de esta información, se pueden reconocer los efectos del aprovechamiento forestal, en términos de la modificación de la vegetación (complejidad de la estructura y composición vertical y horizontal) y su capacidad de regeneración (Sist 1998, Palik 1999).

EL MANEJO FORESTAL EN MÉXICO

El sector forestal nacional representa menos del 1% del PIB (SEMARNAP 1997). Y aprovecha de manera legal alrededor de siete millones de hectáreas (Álvarez Icaza 1996). El 80% de esta superficie, se encuentra en manos de agrupaciones ejidales y comunales campesinas (Toledo 1993, Thoms y Betters 1997). Por su parte el 70% de la actividad forestal del país involucra a cerca de 17 millones de habitantes y se realiza bajo el régimen de propiedad social (Álvarez Icaza 1996). Presentándose casos aislados de comunidades que se consideran exitosas en el aprovechamiento forestal (Carrasco *et al.* 1999, Velázquez *et al.* 2001, Bray 2002).

Las políticas de protección ambiental y manejo sustentable de los recursos naturales incluyen diversos programas (Programa de unidades de manejo y aprovechamiento de vida silvestre, UMAS, Programa de Desarrollo Forestal, Programa Nacional de Reforestación, entre otros) dirigidos a conciliar el uso y la conservación de los recursos naturales. No obstante, estas políticas de gobierno no siempre se aplican de manera eficiente, ya que el deterioro ambiental persiste (Bocco *et al.* 2000b). Para ejemplificar esto cabe mencionar que según el Instituto de los Recursos Mundiales, en México, se pierden anualmente alrededor de 650 mil ha de bosque, mientras que el dato oficial nacional, reportado por la SARH, es de 370,000 ha anuales (Cabarle 1997). Cabarle (*op. cit.*) menciona que las causas principales de la deforestación son el avance de la frontera agrícola y ganadera, el incremento en la extracción ilícita de madera y los incendios forestales.

Los datos más recientes sobre las estimaciones de tasas de deforestación revelan un panorama realista y bien fundamentado (Velázquez *et al.* 2001). Hoy en día se cuenta con bases de datos confiables, actualizadas y mejoradas que han permitido diluir las controversias en cuanto a la dinámica de pérdida de los recursos maderables del país. Los cálculos indican que México ya no tiene alrededor de 144,300 km² de recursos forestales en los últimos 25 años (Velázquez *et al.* 2002). La pérdida anual de bosques (templados y tropicales) y matorrales dominados por formas de vida arbórea oscila entre las 500 y 600 mil hectáreas. De seguir con esta dinámica se espera incrementar la frontera agrícola y forestal a la mitad del territorio en menos de 20 años (Velázquez *et al.* 2002).

Los bosques en México albergan una gran cantidad de especies que junto con otros ambientes del país, lo sitúan como uno de los países de mayor diversidad mundial (Mittermier y Mittermier 1997). En este contexto, cabe mencionar que los bosques de pino-encino destacan por su alta diversidad a escala mundial (Mittermier 1992, Farjon 1997). En ellos se encuentran más de cien especies de pinos originarias del hemisferio norte, comparte 38 de las 65 especies que se distribuyen en Norteamérica así como todas las especies características de Centroamérica (Farjon 1997). Los encinos son el segundo género más diverso de estos bosques representados por 138 especies, de las cuales 70% son endémicas (Mittermier y Goettsch 1992). Adicionalmente, los bosques de coníferas ocupan alrededor del 15% del territorio, en donde habitan cerca de 30 millones de personas (SARH 1992, Velázquez *et al.* 2001).

El manejo tradicional del bosque en todo el país, considera los productos maderables como uno de los beneficios directos más importantes, lo que conlleva la exclusión de otros bienes y servicios ambientales que el bosque aporta. Ejemplos de esto son la captura de agua y mantenimiento del manto freático, captura de CO₂, conservación de flora y fauna silvestre, recreación, forraje para ganado y leña para combustible (Thoms y Betters 1997, Maser *et al.* 1998). Al subvalorar la complejidad que comprende el funcionamiento y desarrollo de los bosques, no se consideran los innumerables beneficios ambientales que están vinculados a su existencia. Esto hace evidente la necesidad de incorporar nuevas formas de manejo de estos recursos. Bajo esta perspectiva resultan convenientes estudios que integren la problemática económica, social y ambiental, para lograr conciliar el uso y la conservación de los bienes y servicios de los recursos forestales a largo plazo.

En este contexto, el presente capítulo explora las limitaciones y alcances del enfoque paisajístico para el manejo forestal. El estudio se desarrolló bajo

un enfoque participativo entre la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP) y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El objetivo general de esta contribución es buscar, desarrollar, aplicar, verificar y monitorear usos diversificados y sostenidos de los recursos naturales. En este sentido, se hace énfasis en el análisis de la vegetación desde ambos enfoques (forestal y paisajístico) y se discuten las ventajas desde un punto de vista integral. A manera de hipótesis se argumenta que el enfoque forestal sobreestima la importancia de los recursos maderables y subestima el papel de los demás bienes y servicios ambientales.

MÉTODOS

EL ENFOQUE FORESTAL

Con el fin de reconocer unidades de manejo forestal o rodales, la superficie de la CINSJP se estratificó con base en el análisis e interpretación de fotografías aéreas pancromáticas blanco y negro a escala aproximada 1:25,000 tomadas en 1996. Los criterios utilizados para la estratificación fueron: densidad de los árboles, textura, cobertura y topografía. A partir de esto se definieron las unidades de manejo y otras coberturas no forestales. Una vez obtenidos los rodales se realizó un muestreo sistemático que consistió en el levantamiento de 4,662 unidades de muestreo o sitios de forma circular, con una superficie de 1,000 m² cada uno.

En cada unidad de muestreo (sitio) se describieron 30 variables tanto físicas como dasométricas (*i.e.* exposición, profundidad de arena, D.A.P., altura, especie) (Bocco *et al.* 2000). Cabe mencionar que los inventarios forestales registran exclusivamente las especies arbóreas con valor comercial, razón por la cual únicamente se consideraron especies de los géneros *Pinus* y *Abies*. En el caso de las especies de encinos, se agregaron en un mismo grupo denominado *Quercus*. Las demás especies arbóreas (*v. gr.* *Alnus*, *Salix*, *Clethra*, *Arbutus*) son agrupadas en una sola clase denominada "otras hojosas".

Dada la heterogeneidad de la superficie se procedió a segmentar los rodales en subrodales (unidad mínima forestal). Cada subrodal se evaluó en cuanto a su potencial forestal (volumen de madera) y variables de calidad de cada sitio para generar los planes de corta. Una descripción detallada del procedimiento se encuentra en Cortéz *et al.* (en prensa).

La información obtenida en los sitios de muestreo se integro en una base de datos para su análisis, misma que sirvió para la definición de la calidad de estación de cada subrodal (Cortéz en preparación).

Las variables dasométricas se analizaron de acuerdo con las normas establecidas para calcular el incremento corriente anual y volumen disponible por subrodal. Los datos se analizaron con el programa estadístico Statistics Analysis Software (SAS 1978).

ENFOQUE PAISAJÍSTICO

Con el fin de caracterizar la superficie de la CINSJP en términos de paisaje, se segmentó el territorio considerado en tres atributos: relieve, suelo y vegetación. El resultado del proceso de estratificación a partir de la fotointerpretación, mencionado en el enfoque forestal, sirvió de base para la segmentación del territorio con este enfoque. En lo que se refiere al atributo vegetación, los criterios utilizados para la segmentación fueron los valores de cobertura de taxa distinguibles a través de las fotografías aéreas, coníferas (*Abies*, *Pinus*) latifoliadas (*Quercus*) y otras no forestales (*Baccharis*) (Torres 2000). A partir de esto se generó un mapa de unidades de vegetación preliminares para la superficie de la CINSJP.

El método utilizado para la definición y descripción de la vegetación siguió la escuela europea Zürich-Montpellier (Werger 1974). El estudio consistió en el muestreo de 177 levantamientos de vegetación en sitios representativos y homogéneos del tipo de vegetación a caracterizar (unidades de vegetación preliminares) y se realizaron al menos tres levantamientos por unidad (Werger *op. cit.*). La forma y el tamaño de dichos levantamientos se definió en campo conforme al enfoque de área mínima, basado en el criterio de homogeneidad ecológica y la relación de la curva especies-área (Werger 1974, Braun-Blanquet 1979).

La información que se registró en cada levantamiento de vegetación comprendió una descripción general fisonómica y fisiográfica del sitio, datos generales ambientales, localización, superficie (relieve y microrelieve), altitud, exposición, suelo (cantidad de hojarasca y profundidad del horizonte superficial del suelo), perturbación así como un listado florístico. Junto a este último florístico, se tomaron datos de cobertura-abundancia por especie, reconociendo cada una de las especies en el estrato que se presentaban (arbóreo, arbustivo, herbáceo y rasante). La cobertura se estimó como la proyección vertical de la cobertura del área total (suma de cobertura de todos los individuos de la misma especie), al proyectarla sobre el suelo (Werger 1974, Velázquez 1993).

La información obtenida en los levantamientos se incorporó en una base de datos a partir de la cual se realizó un análisis estadístico

multivariado (especies y levantamientos). El tipo de herramienta estadística que se utilizó fue una clasificación divisiva mediante el algoritmo de correspondencia automatizado TWINSpan (*Two-Way Indicator Species Analysis Hill* 1979). Este procedimiento permitió reconocer las diversas comunidades vegetales y sus afinidades, a partir del cual se generó un cuadro sinóptico con las características de las comunidades definidas, que a su vez se organizaron en una tabla sintética que muestra las proporciones del grado de presencia y valor promedio de cobertura de cada especie diagnóstica por comunidad (Muller-Dumbois 1974).

ANÁLISIS INTEGRAL DE LOS ENFOQUES FORESTAL Y PAISAJÍSTICO

El análisis integral de los dos enfoques comprendió, primero la caracterización de los subrodal (unidad mínima de muestreo) en términos de la vegetación que comprenden. La información utilizada para dicha caracterización fue obtenida durante los inventarios de especies arbóreas realizados en los sitios o unidades de muestreo. De esta manera, los subrodal se caracterizaron por la composición y abundancia de las especies arbóreas presentes por unidad de muestreo (sitio). Cada subrodal incluyó uno o más sitios. La información del inventario de especies arbóreas (EA) sirvió para realizar tablas que describen la presencia de las EA para cada sitio y subrodal. A la vez, se calculó el valor de frecuencia relativa por especie en cada subrodal de acuerdo con los pasos siguientes:

1. Se calculó la frecuencia de cada EA para cada subrodal, cuantificando el número de veces que una especie se presentaba en un subrodal.
2. Las frecuencias de cada EA por subrodal se sumaron para dar un valor de frecuencia total de especies arbóreas que tipificaban a cada subrodal.
3. Para fines comparativos entre subrodal, se procedió a normalizar la información transformándola a valores porcentuales de frecuencia relativa de EA por subrodal. Esta información se incluyó en un cuadro de frecuencias de EA por subrodal.

Posteriormente se reclasificaron las comunidades de vegetación de acuerdo con la composición de los elementos arbóreas. Esto incluyó los siguientes pasos:

1. Selección de las EA presentes en cada una de las comunidades de vegetación.

2. Se calculó el valor de frecuencia por EA a través de su presencia en la totalidad de los levantamientos agrupados para cada comunidad.

3. El valor de frecuencia por EA para cada comunidad se sumó dando un valor de frecuencia total de EA por comunidad.

4. Para fines comparativos los valores totales de frecuencia de EA por comunidad se normalizaron y transformaron a valores porcentuales relativos.

5. De esta forma se elaboró un cuadro de frecuencias relativas de EA que tipifican a cada comunidad vegetal.

La información de vegetación en términos de EA procesada para los dos enfoques se analizó de manera conjunta al cruzar el cuadro de frecuencias relativas de EA que tipifican a cada subrodal, con el cuadro de frecuencias de EA que tipifican a cada comunidad vegetal. Para comparar la frecuencia de las especies compartidas entre cada subrodal y comunidad vegetal, se calculó el valor de afinidad que permitió identificar a la comunidad vegetal que mejor representa al subrodal. Este procedimiento se realizó para todas las comunidades y todas las posibles combinaciones de EA presentes/ausentes, generando cuadros de combinaciones de frecuencias relativas de EA (CCFREA).

Se seleccionó, primeramente, el CCFREA que compartía la misma composición de EA de un subrodal determinado. El siguiente criterio de selección de comunidad vegetal para dicho subrodal excluyó a aquellas comunidades vegetales que presentaron un valor de frecuencia relativa total menor al 50%. Es decir, se excluyeron las comunidades vegetales que comparten la misma composición de EA con el subrodal, pero que no reflejan el patrón de dominancia de EA que tipifica a la comunidad vegetal. A cada subrodal se le asignó la comunidad vegetal mejor representada de acuerdo con la frecuencia de las EA compartidas.

ANÁLISIS ESPACIAL

El análisis espacial comprendió en primera instancia, la creación de un modelo espacial de la superficie de la CINSJP resultante de la estratificación del enfoque forestal. De esta manera se creó un sistema de información geográfica (SIG) (ILWIS 2.0 1997) conformando una base de datos digital. A partir de esta información se realizaron cinco operaciones básicas dentro del SIG: 1) selección de polígonos forestales (se excluyeron las coberturas no forestales); 2) recodificación de los subrodales forestales con base en las comunidades vegetales que mejor los representan; 3) reagrupación de los subrodales que contienen la misma comunidad de

vegetación; 4) despliegue de la información para conformar un mapa de unidades de vegetación a partir de los subrodal y 5) impresión cartográfica del mapa.

Dado que un subrodal incluyó en general a más de una comunidad vegetal, se procedió a calcular un índice de certidumbre de la clasificación de los subrodal el cual permitió determinar si la comunidad vegetal asignada está bien representada en el subrodal. Los valores de afinidad entre el subrodal y la comunidad de vegetación asignada se reagruparon en cuatro clases. Las clases se definieron de acuerdo con el grado de representatividad de la comunidad vegetal en el subrodal, con base en la composición y frecuencia de las EA presentes. La clase I incluyó a los subrodal que están representados por una comunidad con un valor de afinidad entre $>0-25\%$. La clase II a los que oscilan entre >25 y $<55\%$ de afinidad. La clase III a los que varían entre 56 y 75% , mientras que la clase IV agrupó a los que presentan valores arriba del 76% .

A partir de este análisis se logró la elaboración de dos modelos espaciales, un modelo de vegetación y un modelo de certidumbre de la clasificación de los subrodal.

RESULTADOS

EL ENFOQUE FORESTAL

El enfoque forestal permitió reconocer 1,271 subrodal agregados en 136 rodal. La información de esta estratificación permitió dirigir el esfuerzo de muestreo, lo que incluyó 4,662 sitios en donde se cuantificaron 30 variables (cuadro 1).

CUADRO 1. NÚMERO DE UNIDADES FORESTALES, UNIDADES DE MANEJO Y UNIDADES DE MUESTREO, QUE CARACTERIZAN LA SUPERFICIE FORESTAL DE LA CINSJP Y NÚMERO DE VARIABLES REGISTRADAS POR UNIDAD DE MUESTREO

UNIDAD FORESTAL (RODAL)	UNIDAD DE MANEJO (SUBRODAL)	UNIDAD DE MUESTREO (SITIO)	VARIABLES (POR SITIO)
136	1,271	4,662	30

Los resultados del inventario forestal contemplan únicamente el 5% de las familias, el 2% de los géneros y el 2% de las especies registradas en el inventario florístico realizado para el enfoque paisajístico (cuadro 2).

CUADRO 2. COMPARACIÓN DE INVENTARIOS DE AMBOS ENFOQUES*

	ENFOQUE PAISAJÍSTICO	ENFOQUE FORESTAL
Familias	93	4
Géneros	271	5
Especies	609	11

* El del enfoque paisajístico fue elaborado por Medina y Guevara.

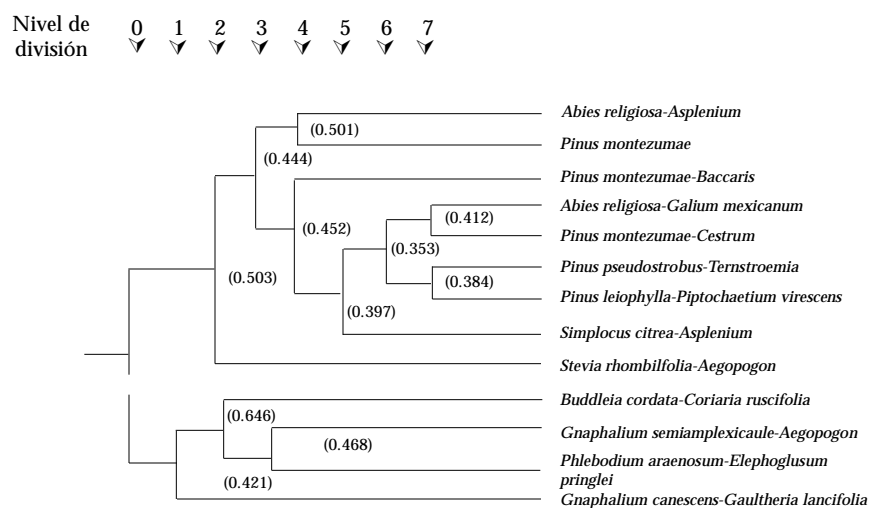
ENFOQUE PAISAJÍSTICO

Se identificaron nueve comunidades de vegetación (en seis niveles de división) de importancia forestal, de un total de 13 existentes en la CINSJP (figura 1). Las diferencias entre estas comunidades se fundamenta tanto en aspectos ecológicos, como del medio físico donde se distribuyen (cuadro 3).

Los resultados de la clasificación de la vegetación obtenida mediante el enfoque paisajístico, incluye la identificación de especies características que tipifican a cada comunidad (cuadro 4). Esto implica tanto valores de abundancia como el grado de presencia de cada especie en una comunidad (cuadro 4). La denominación de cada comunidad se basó en las especies características que describen a la comunidad de vegetación.

En el cuadro 5 se pueden observar los valores del número de polígonos, número de subrodales y superficie de cada comunidad de vegetación. Los datos del número de polígonos y el área que ocupan reflejan qué tan agregadas o disgregadas se encuentran las unidades de vegetación. La última columna del mencionado cuadro 5 muestra el valor del perímetro, que a su vez, nos indica un índice de fragmentación de cada unidad de vegetación, lo que se confirma con el número y el tamaño de los polígonos que la

FIGURA 1. DENDOGRAMA DE COMUNIDADES VEGETALES DE LOS BOSQUES DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO (CINSJP)*



* En este esquema, la línea discontinua entre los dos grupos de vegetación, indica que no se incluyó para el análisis estadístico la información de las comunidades vegetales de sucesión primaria; sin embargo, se representan en el presente trabajo como parte de la vegetación característica de la región.

CUADRO 3. CUADRO SINÓPTICO DE COMUNIDADES VEGETALES

COMUNIDAD VEGETAL	ESPECIES CARACTERÍSTICAS	FISONOMÍA	ESTRUCTURA	INTERVALO ALTITUDINAL
1	<i>Abies religiosa</i> - <i>Asplenium castaneum</i>	Bosque muy cerrado	A, Ar, H, R	2800-3400 msnm
2	<i>Pinus montezumae</i> - <i>Dryopteris</i> sp.	Bosque muy cerrado	A, Ar, H, R	2650 - 2800 msnm

(Continúa)

CUADRO 3. CUADRO SINÓPTICO DE COMUNIDADES VEGETALES

COMUNIDAD VEGETAL	ESPECIES CARACTERÍSTICAS	FISONOMÍA	ESTRUCTURA	INTERVALO ALTITUDINAL
3	<i>Carpinus carolineana</i> – <i>Asplenium praemorsum</i>	Bosque muy cerrado	A, Ar, H,	1900 - 2500 msnm
4	<i>Abies religiosa</i> – <i>Galium mexicanum</i>	Bosque cerrado	A, Ar, H	2700 – 3100 msnm
5	<i>Pinus montezumae</i> – <i>Cestrum nitidum</i>	Bosque cerrado	A, Ar, H	2450 – 2800 msnm
6	<i>Pinus pseudostrobus</i> – <i>Ternstroemia pringlei</i>	Bosque cerrado	A, Ar, H, R	2350- 2650 msnm
7	<i>Pinus leiophylla</i> – <i>Piptochaetium virescens</i>	Bosque cerrado	A, Ar, H, R	2200 – 2500 msnm
8	<i>Baccharis heterophylla</i> – <i>Phacelia platicarpa</i>	Bosque abierto	A*, Ar*, H, R	2300 – 2700 msnm

* No siempre presente.

CUADRO 4. INFORMACIÓN SINTÉTICA DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

COMUNIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Pinus hartwegii</i>	I-3							
<i>Calamagrostis tolucensis</i>	I-1							
<i>Pernettya ciliata</i>	I-2				I-1	II-1	I-1	

(Continúa)

CUADRO 4. INFORMACIÓN SINTÉTICA DE LAS COMUNIDADES VEGETALES DE LA
COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

COMUNIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Eryngium</i> sp.	II-1	I-1						
<i>Erigeron galeottii</i>	I-1							
<i>Muhlenbergia quadridentata</i>	I-1							
<i>Juniperus monticola</i>	I-2							
<i>Castilleja</i> sp.	I-1							
<i>Cerastium molle</i>	I-1							
<i>Senecio callosus</i>	II-2							
<i>Asplenium castaneum</i>	II-1			I-1				
<i>Hieracium</i> sp.	II-1	I-1						
<i>Vaccinium confertum</i>	I-2	I-1						
<i>Quercus microphylla</i>		II-2						I-1
<i>Castilleja arvensis</i>	I-1	II-1						I-1
<i>Piptochaetium timbratum</i>		III-2						
<i>Quercus conspersa</i>		III-4					II-1	
<i>Elaphoglossum</i> spp.	II-1	III-1		I-2				
<i>Agrostis tolucensis</i>		III-2						
<i>Dryopteris</i> sp.	I-1	V-1		I-1			I-1	I-1
<i>Abies religiosa</i>	V-8	III-1		II-4		V-2	III-3	
<i>Asplenium monanthes</i>	IV-1	II-1		I-2	II-1	I-1	II-1	I-1
<i>Fuchsia microphylla</i>	IV-1		II-1	II-1		IV-1	III-1	I-3
<i>Galium mexicanum</i>	II-2		I-1	I-1	I-1	III-2	III-1	
<i>Quercus laurina</i>	II-2	V-2	I-1	III-7	IV-3	IV-2	V-4	I-2
<i>Pinus montezumae</i>	I-2	IV-2	IV-6	II-2			IV-5	I-2
<i>Eupatorium glabratum</i>	I-1	V-2	II-3		II-1	II-2	I-1	III-1
<i>Stevia rhombifolia</i>	I-1	III-2						
<i>Alnus jorullensis</i>	II-2		I-1	I-1	II-1	I-2	V-3	I-3
<i>Cestrum nitidum</i>				II-2			III-2	I-2
<i>Pinus pseudostrobus</i>	I-2		I-2	IV-3	IV-5	V-5	III-5	V-6
<i>Pinus leiophylla</i>	I-3	I-5	I-3	II-3	II-5	I-2	III-4	IV-4
<i>Smilax moranensis</i>	I-1			II-1	II-1	IV-1	I-1	II-1
<i>Didymaea alsinoides</i>	I-3		I-1			III-1		I-1

(Continúa)

CUADRO 4. INFORMACIÓN SINTÉTICA DE LAS COMUNIDADES VEGETALES, CINSJP

COMUNIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Quercus rugosa</i>				I-2	IV-3	II-4	III-1	IV-4
<i>Piptochaetium virescens</i>	I-3		I-3		II-4	II-3	II-1	IV-3
<i>Baccharis heterophylla</i>	I-1		IV-1			II-1	I-3	IV-2
<i>Ternstroemia pringlei</i>				IV-2	IV-2		I-2	I-3
<i>Clethra mexicana</i>			I-1	II-4	II-1		I-3	
<i>Tillandsia</i> sp.				III-4				
<i>Symplocos citrea</i>				II-5				I-1
<i>Adiantum andicola</i>				II-2	II-1	I-1		I-1
<i>Cleyera integrifolia</i>				II-2	II-4	I-5		
<i>Asplenium preamorsum</i>				II-2	II-1	I-1		
<i>Carpinus caroliniana</i>				III-3			I-3	
<i>Cornus disciflora</i>				III-3			I-2	
<i>Zeugites americana</i>	I-1			III-1				
<i>Oreopanax xalapensis</i>				II-4		I-2	I-3	
<i>Eupatorium areolare</i>	I-3			II-3			I-1	
<i>Smilax pringlei</i>	I-2			II-3		I-1	II-1	
<i>Rubus</i> sp.				II-2	I-4		II-2	I-2
<i>Heterotheca inuloides</i>	I-1		III-1		I-1			
<i>Phacelia platycarpa</i>			III-1			I-1		
<i>Tagetes filifolia</i>			II-2		I-4			
<i>Aegopogon cenchroides</i>	I-2	I-1	II-5	I-2	I-1		II-2	I-1
<i>Stellaria</i> sp.	I-1							
<i>Senecio cinerarioides</i>		I-2						I-1
<i>Baccharis</i> sp.		II-1						
<i>Baccharis grandifolia</i>		I-1						

Código y comunidad: 1: *Abies religiosa*-*Asplenium castaneum*. 2: *Pinus montezumae*-*Dryopteris* sp. 3: *Baccharis heterophylla*-*Phacelia platycarpa*. 4: *P. montezumae*-*Cestrum nitidum*. 5: *P. pseudostrobus*-*Ternstroemia pringlei*. 6: *A. religiosa*-*Galium mexicanum*. 7: *P. leiophylla*-*Piptochaetium virescens*. 8: *Carpinus caroliniana*-*Asplenium praemorsum*.

Clase y presencia (%). I: > 0-20. II: >20-40. III: >40-60. IV: >60-80. V: >80-100.

Clase y cobertura (%). 1: < 1. 2: 1-5. 3: >1-10. 4: >10-20. 5: >20-40. 6: >40-60. 7: >60-80. 8: >80.

forman. Esta información permite inferir el grado de fragmentación de las diferentes unidades de vegetación (ver mapa 2 encarte a color).

La comunidad de vegetación *P. leiophylla-Piptochaetium virescens*, ocupa la mayor superficie forestal de la CINSJP. El relativamente bajo número de polígonos que la conforman (85) cubre un total del 30% de la superficie forestal aprovechada por la CINSJP, lo que sugiere la poca vulnerabilidad de esta comunidad, que ha sido ampliamente favorecida por las prácticas de manejo forestal. Esto contrasta con la comunidad *P. pseudostrobus Ternstroemia pringlei*, la cual se distribuye en el 25% de la superficie forestal, agregada en 136 polígonos. Ambas comunidades incluyen especies de alto valor maderable, por lo que este tipo de información sobre el grado de fragmentación debe ser incorporado en los planes de aprovechamiento de la comunidad (cuadro 5).

CUADRO 5. RELACIÓN ENTRE LAS COMUNIDADES DE VEGETACIÓN Y LAS UNIDADES DE MANEJO FORESTAL (SUBRODAL), SUPERFICIE QUE OCUPAN Y PERÍMETRO

COMUNIDAD DE VEGETACIÓN	NÚM. DE POLÍGONOS	NÚM. DE SUBRODALES	ÁREA (HA)	PERÍMETRO (x 10 ⁵)
<i>A. religiosa-A. castaneum</i>	2	2	7	0.022
<i>P. montezumae-Dryopteris sp</i>	16	20	160	0.294
<i>C. carolineana-A. praemorsum</i>	24	28	374	0.489
<i>A. religiosa-G. mexicanum</i>	50	187	2046	2.19
<i>P. montezumae-C. Nitidum</i>	74	123	1369	2.00
<i>P. pseudostrobus-.T. pringlei</i>	136	433	2820	3.92
<i>P. leiophylla-P. virescens</i>	85	388	3533	3.83
<i>B. heterophylla-P. platicarpa</i>	34	89	569	0.850
<i>Vegetación no definida</i>	4	4	17	0.037

El valor del perímetro indica un índice de fragmentación de cada comunidad de vegetación tomando en cuenta el número y tamaño de polígonos que la conforman.

La unidad de vegetación *C. Carolineana* - *A. praemorsum* se encuentra muy disgregada en la CINSJP; ocupa un total de 24 polígonos y cubre una superficie 374 ha. Las posibles causas de tan baja cobertura están relacionadas con el cambio de uso del suelo forestal a huertos de aguacate, actividad que se desarrolla fuertemente desde 1970. Los sitios de distribución de este tipo de comunidad vegetal son sitios relativamente cálidos y húmedos, óptimos para el cultivo de plantaciones aguacateras.

El resto de las unidades de vegetación, a excepción de *A. religiosa* y *G. mexicanum*, presentan un alto grado de vulnerabilidad frente a las prácticas de manejo forestal tradicional. Estas comunidades, además de contener especies maderables de importancia económica, son fundamentales para asegurar el buen funcionamiento del ecosistema general.

DESCRIPCIÓN DE COMUNIDADES DE VEGETACIÓN

Descripción de las comunidades de vegetación reconocidas mediante el análisis de clasificación automatizado TWINSpan y el análisis de tablas burdas. La descripción se basa en las características ecológicas, fisonómicas, de estructura así como en la composición florística de cada comunidad.

COMUNIDADES PIONERAS Y PREFORESTALES

1. *Gnaphalium canescens*-*Gaultheria lancifolia*

Colonizador pionero de las gravas y arenas que recubren las faldas y el cráter del aparato volcánico. Presenta fisionómicamente un estrato herbáceo bajo y uno arbustivo discontinuo y poco denso, el primero está dominado por biotipos herbáceos y pastos con una cobertura del 50%. Superficies pedregosas o arenosas descubiertas de vegetación se intercalan entre los componentes de la comunidad dándole un aspecto abierto. Dichas áreas pueden estar parcialmente cubiertas por musgos y líquenes cuya cobertura promedio es de 20% y 5%, respectivamente. Ecológicamente depende de los enclaves xéricos e inclinados, localizados sobre sustratos pedregosos y/o arenosos dominados por cenizas. Las condiciones de aridez edáfica características de este medio se ven acentuadas por la alta insolación, las heladas invernales y la coloración negra del material; a ello hay que añadir la casi total ausencia de materia orgánica del suelo. Estas condiciones frenan el proceso de sucesión hacia etapas más evolucionadas, las cuales requieren de condiciones edáficas más favora-

bles. Pese a todo, actualmente es posible reconocer la paulatina incorporación, en algunos inventarios de la asociación, de elementos arbustivos y arbóceos como *Eupatorium glabratum*, *Buddleia cordata*, *Pinus leiophylla*, *P. Michoacana* y *Coriaria ruscifolia*. Estos se presentan esporádicamente indicando mejores condiciones edáficas que son aprovechadas por sus propágulos. Como componentes más conspicuos de la comunidad herbácea destacan: *Gaultheria lancifolia*, *Aegopogon cenchroides*. Otras especies importantes son: *Eupatorium pazcuarensis*, *Baccharis glutinosa*, *Gnaphalium semiamplexicaule*, *Gnaphalium canescens*, *Senecio bellidifolius*, *Andropogon virginicus* y *Muhlenbergia minutissima*.

2. *Gnaphalium semiamplexicaule*-*Aegopogon cenchroides*

Pastizal xerófilo y subpionero presente en lugares pedregosos resultantes del derrame lávico. Se distribuye a modo de pequeños manchones discontinuos ligados a enclaves edáficos donde la meteorización física y química ha favorecido la formación de una capa delgada de suelo que se intercala con la estructura pétreo formada por cascajos de basalto. Fisonómicamente se caracteriza por un estrato herbáceo dominante con cobertura media de 45% y un arbustivo abierto y discontinuo; el sustrato pedregoso está parcialmente tapizado por musgos y líquenes que recubren, respectivamente, un promedio de 25% y 16%. La especie más abundante es *Aegopogon cenchroides*, cuya presencia se ve favorecida por su alta capacidad de reproducción vegetativa a través de estolones. El resto de las especies de la comunidad aparecen de forma mucho menos abundante. Entre ellas se encuentran *Dryopteris rossii*, *Gnaphalium semiamplexicaule* y *Pellaea ternifolia*. Como especies características se proponen: *Aegopogon cenchroides*, *Gnaphalium semiamplexicaule*, *Dryopteris rossii* y *Pellaea ternifolia*. También hallamos la presencia esporádica de especies transgresivas como *Gaultheria lancifolia*, *Bidens odorata* y compañeras como *Stevia* sp., *Eupatorium glabratum*, *Polypodium madrense*, *Elaphoglossum pringlei*, *Cheilanthes farinosa* y *Cheilanthes kaulfusii*.

3. *Phlebodium araneosum*-*Elaphoglossum pringlei*

Comunidad presente en las fisuras y repisas de los bloques lávicos heteromórficos que se disponen azarosamente sobre el derrame. Las grietas, oquedades y demás ambientes capaces de retener un poco de polvo y suelo

están parcialmente cubiertos por helechos, que son el grupo dominante; la superficie de los bloques pedregosos está parcialmente ocupada por líquenes crustáceos. La cobertura del estrato herbáceo oscila alrededor del 15%, mientras que el muscinal y liquénico cubren un promedio de 30% y 34%, respectivamente. El carácter rupícola de esta comunidad hace que actúe como vegetación pionera de estos medios, ubicándose sobre superficies de diferentes pendientes tanto verticales, inclinadas o casi planas. Esto da lugar a una variada gama de microambientes luminosos que son ocupados tanto por especies esciófilas como heliófilas. Entre las primeras destacan *Asplenium praemossum*, *Phlebodium araneosum*, *Adiantum raddianum*; como heliófilas más representativas están: *Dryopteris rossii* y *Pellaea ternifolia*. Se nota además la presencia de especies muscinales como *Leptodontium flexifolium*, *Campylopus pilifer* y *Pgonatum subflexuosum*. Se observó que las condiciones nemorales propiciadas por las umbrías de los bloques pedregosos favorecen la incorporación de especies en la comunidad. Dicha situación es patente en los inventarios 1 y 2. Las especies características son las siguientes: *Phlebodium araneosum*, *Elaphoglossum pringlei*, *Pellaea ternifolia*, *Adiantum raddianum* y *Cheilanthes kaulfusii*. Desde el punto de vista sucesional esta comunidad pionera puede actuar en condiciones geomorfológicas favorables como estadio previo de los pastizales de la *Gnaphalio-Aegopogonetum cenchroides*; esta situación se ve favorecida por la intemperización y disgregación de la roca expuesta directamente a los agentes atmosféricos, lo cual acontece preferentemente sobre las superficies rocosas de moderada pendiente.

4. *Buddleia cordata*-*Coriaria ruscifolia*

Matorral denso dominado por arbustivos característico de las depresiones y microvaguadas del derrame lávico en donde se ha formado un suelo más evolucionado. Fisonómicamente presenta un aspecto enmarañado y compacto dado fundamentalmente por la proliferación de *Coriaria ruscifolia*, entre la cual sobresalen fundamentalmente algunos individuos arbóreos de las especies *Buddleia cordata*, *B. parviflora*, *Pinus montezumae* y *P. leiophylla*. El suelo está cubierto por abundante materia orgánica, entre la que se entremezclan una dilatada diversidad de herbáceas y algunos musgos. Desde el punto de vista estructural se distinguen cuatro estratos con las siguientes coberturas promedio: el muscinal 4%, el herbáceo 30%, el arbustivo 80% y el arbóreo 40%. Las especies características son: *Buddleia cordata*, *Coriaria ruscifolia*, *Baccharis glutinosa*.

nosa, *Polyopodium madreense* y *Peperomia quadrifolia*. En los enclaves más bajos y templados de la vertiente occidental del derrame, se reconoce la incorporación de un paquete de especies como *Fuchsia fulgens*, *Valeriana* sp., *Elipsis annua* y *Tagetes filifolia*.

Desde el punto de vista sucesional la asociación se ubica como un estadio preforestal que actúa como etapa evolutiva previa a los bosques mixtos de pino-encino, los cuales constituyen la vegetación potencial del territorio circundante. A modo de referencia testimonial presentamos un levantamiento efectuado en el bosque de las inmediaciones del derrame lávico oriental. Debemos apuntar que, como la mayoría de las masas forestales de los alrededores, presenta síntomas de manejo silvícola, con la consiguiente modificación florística y fisonómica.

COMUNIDADES FORESTALES

5. *Abies religiosa* *Asplenium castaneum*

Características de estructura y fisonomía. Bosque cerrado tipificado por cuatro estratos, dos de ellos muy evidentes (arbóreo y rasante). El estrato arbóreo (1), presenta coberturas del 85% de la superficie total del levantamiento y una altura de 15 m. El estrato arbustivo (2), aunque no siempre bien definido, presenta un 16% de cobertura y altura de dos metros. El estrato herbáceo (3), muestra coberturas mayores al 50% y altura de 15 cm. El estrato rasante (4) compuesto mayoritariamente por musgos y helechos con cobertura de 50% y una altura menor a 5 cm.

Composición florística. El estrato (1) arbóreo constituido por una dominancia casi monoespecífica de *A. religiosa* (19/19). En ocasiones *Q. laurina* se presenta como especie acompañante (7/19) y como especies transgresivas *Salix oxilepis* (4/19) y *Alnus jorullensis* (5/19). En el estrato arbustivo (2) la especie acompañante de mayor abundancia, que lo tipifica es *Senecio angulifolius* (12/19). El estrato herbáceo (3) encontramos especies acompañantes como *Fuchsia microphylla* (13/19), *Senecio toluccanus* (15/19) y *Trisetum virletti* (11/19). En el estrato rasante (4) se encuentran las siguientes especies características: *Asplenium monanthes* (15/19), *Asplenium castaneum* (6/19) y especies del género *Adiantum*, además de una gran variedad de musgos.

Características ecológicas y distribución. Se desarrolla en condiciones de elevada humedad en laderas o cañadas umbrías con alta inclinación (10° a 45°), que brindan protección de la acción de vientos fuertes,

de la insolación intensa y de la fluctuación en la temperatura. El suelo en estos ambientes es húmedo, bien desarrollado y con gran cantidad de materia orgánica. Esta comunidad se presenta por debajo del piso de vegetación de *P. hartwegii*, entre los 2,800 y 3,400 msnm.

Los bosques de *Abies religiosa* en altas condiciones de conservación, son bosques densos, dominando *A. religiosa* el dosel y especies de musgos el estrato rasante del sotobosque. En condiciones de perturbación, el bosque es más abierto, lo que permite la entrada de luz y da cabida a especies que conforman los demás estratos. Algunas especies representativas de esas condiciones son: *Circium ehrenbergii*, *Lupinus elegans* y *Pernettya ciliata*.

6.- *Pinus montezumae*-*Dryopteris* sp.

Características de estructura y fisonomía. Bosque compuesto estructuralmente por tres estratos: estrato arbóreo (1) con tallas de 15-20 m de altura y 50% de cobertura. Estrato (2) formado principalmente por especies de compuestas arbustivas con una altura aproximada de dos metros y cobertura por arriba del 55%. Estrato herbáceo (3) con una cobertura de 20% y altura de un metro. Estrato rasante (4) con predominancia de helechos, cobertura variable de 15% a 40% y altura de diez cm.

Composición florística. En el estrato arbóreo (1) las especies características son *Pinus montezumae* (10/15), *Quercus conspersa* (8/15) y *Q. microphylla* (5/15). Las especies acompañantes son *Q. laurina* (13/15) y *A. religiosa* (7/15). Estrato arbustivo (2) tipificado por especies acompañantes como *Senecio angulifolius* (14/15), *Satureja macrosterma* (5/15) y *Eupatorium glabratum* (13/15). En el estrato herbáceo (3) las especies características son *Agrostis tolucensis* (8/15), *Stevia rhombifolia* (8/15), *Castilleja arvensis* (5/15) y las especies acompañantes: *Geranium potentillaefolium* (4/15) y *Lupinus elegans* (12/15). El estrato rasante (4) está compuesto principalmente por helechos, sus especies características son *Piptochaetium fimbriatum* (8/15), especies del género *Dryopteris* (14/15) y *Adiantum* (9/15).

Características ecológicas y distribución. Esta comunidad se encuentra por debajo del piso de la comunidad de *A. religiosa*, entre la cota de los 2,630-2,800 msnm. Se localiza en laderas de lomeríos con una inclinación variable que va de muy ligera (2°) a abrupta (45°). Se encuentra en suelos desarrollados con gran cantidad de materia orgánica y hojaras-

ca. El ambiente es cálido húmedo, lo que permite el establecimiento de las especies características del estrato rasante.

Se registró una baja actividad humana en la comunidad, sin embargo, se registraron algunos taxa como *Acaena elongata*, *Lupinus elegans* frecuentemente relacionados con actividades humanas.

7. *Baccharis heterophylla-Phacelia platycarpa*

Características de estructura y fisonomía. Bosque abierto que presenta cuatro estratos; dos de los cuales no siempre están presentes. El estrato (1) arbóreo se caracteriza por coberturas bajas de 20% y tallas de 12 a 20 m. El estrato (2) arbustivo, igualmente escaso, con coberturas de 20% y altura menor a los dos metros. El estrato (3) herbáceo está siempre presente, con coberturas por arriba del 40% y talla de 30 cm. El estrato (4) rasante igualmente presente, con coberturas variables que van del 1% al 60% y talla de 5 cm de altura.

Composición florística. En el estrato arbóreo (1) la especie característica es *Pinus montezumae* (8/11). En el estrato arbustivo (2) las especies acompañantes que lo representan son *Baccharis heterophylla* (7/11) y *Senecio stochaediformis* (4/11). En el estrato herbáceo (3) las especies características son *Heteroteca inuloides* (6/11), *Tagetes filifolia* (4/11) y *Piptochaetium virescens* (2/11). Por último, el estrato rasante (4) se identifica principalmente con *Phacelia platycarpa* (4/11) y *Aegopogon cenchroides* (3/11) como especies características.

Características ecológicas y distribución. Debido a las características fisonómicas de la comunidad, este bosque abierto permite la incidencia directa de la luz solar. Se presenta distribuido en un rango altitudinal amplio que va de los 2,130 a los 2,900 msnm. La cantidad de hojarasca en el suelo es variable y en ocasiones se presenta una importante cantidad de ceniza volcánica del Paricutín.

La comunidad está sujeta a una fuerte actividad humana como la tala, el ganado, pastoreo y ramoneo. En zonas cercanas la cobertura forestal ha sido removida para dar lugar a las plantaciones de aguacate.

8. *Abies religiosa-Galium mexicanum*

Características de estructura y fisonomía. Bosque caracterizado por la presencia de tres estratos. El estrato (1) arbóreo presenta una cobertura de 60% y tallas variables de 15-35 m. El estrato (2) arbustivo muestra cober-

turas igualmente variables 15-90% y talla de cuatro metros. El estrato (3) herbáceo presenta coberturas del 35% y una altura de un metro.

Composición florística. El estrato arbóreo (1) caracterizado por las especies *A. religiosa* (10/1) *P. pseudostrobus* (9/11) y *Q. laurina* (7/11). En el estrato arbustivo (2) las especies características son: *Senecio angulifolius* (7/11) y *Satureja macrosterma* (5/11). En el estrato herbáceo (3) encontramos *Salvia mexicana* (7/11), *Smilax moranensis* (8/11) y *Fuchsia microphylla* (8/11).

Características ecológicas y distribución. Comunidad que se desarrolla en laderas o cañadas, con inclinaciones de leves a moderadas. Asociada a estas comunidades es frecuente encontrar *Satureja macrosterma* (té nurite), típica de ambientes umbrios y de cañadas. Los suelos se presentan bien desarrollados con gran cantidad de hojarasca. El rango de distribución va de los 2,700 a los 3,100 msnm, en donde el clima aún es húmedo. Se registró actividad humana en la zona relacionada con la tala y el ganado.

9. *Pinus montezumae*-*Cestrum nitidum*

Características de estructura y fisonomía. Bosque cerrado caracterizado por la presencia de tres estratos principalmente. El estrato (1) arbóreo con una cobertura de 80% y tallas variables de 20 m. El estrato (2) arbustivo con coberturas del 70% y talla de cuatro metros. El estrato (3) herbáceo presenta tallas de 40 cm y coberturas por arriba del 30%.

Composición florística. En el estrato arbóreo (1) *P. montezumae* (5/7), *Quercus laurina* (6/7), *Alnus jorullensis* (7/7), *P. pseudostrobus* (4/7), *P. leiophylla* (4/7) y *A. religiosa* (3/7). En el estrato arbustivo (2) las especies típicas son: *Cestrum nitidum* (4/7), *Salvia mexicana* (5/7) y *Senecio angulifolius* (7/7). En el estrato herbáceo (3) las especies características son *Fuchsia microphylla* (4/7), *Lopezia racemosa* (5/7), *Festuca breviglumis* (4/7), *Geranium seemanii* (3/7) y *Eupatorium pazcuarence* (4/7).

Características ecológicas y distribución. Comunidad que se desarrolla en laderas de pendientes pronunciadas (35°) y húmedas, con una distribución alrededor de los 2,600 msnm. Los suelos se presentan bien desarrollados, con gran cantidad de hojarasca. En el estrato arbóreo (1) la comunidad se caracteriza por presentar codominancia de *P. montezumae* junto con *A. jorullensis* y en menor grado con *Q. laurina*.

La actividad humana que se registró en la comunidad está relacionada con la tala y en menor grado con el resinaje en algunos lugares la

perturbación de la comunidad es ligera. También se tienen registros de la actividad del volcán Parícutín

10. *Pinus pseudostrabus-Ternstroemia pringlei*

Características de estructura y fisonomía. Bosque caracterizado por la presencia de cuatro estratos. En el estrato (1) arbóreo con cobertura variable (40-80%) y tallas menores a los 20 m. En el estrato (2) arbustivo la cobertura es alrededor del 15%, con tallas menores a los cinco metros. En el estrato (3) herbáceo la cobertura es también variable (5-30%) y la talla es menor a los 40 cm. En el estrato (4) rasante la cobertura es del 8% con tallas menores a 10 cm.

Composición florística. En el estrato (1) arbóreo las especies características son *Pinus pseudostrabus* (6/8), *Quercus laurina* (6/8), *Quercus rugosa* (6/8). El estrato arbustivo (2) está caracterizado por *Ternstroemia pringlei* (6/8) y *Senecio angulifolius* (5/8). En el estrato herbáceo (3) se presentan las especies: *Geranium seemannii* (5/8), *E. pazcuarence* (7/8) y *Festuca amplissima* (4/8). En el estrato rasante (4) las especies destacadas son: *Adiantum andicola* (3/8) y *Adiantum sp.* (2/8).

Características ecológicas y distribución. Comunidad que se desarrolla en laderas poco pronunciadas o cañadas alrededor de los 2,500 msnm. En este tipo de bosques la presencia de especies del género *Quercus* es importante. Los suelos presentan gran cantidad de hojarasca. El grado de perturbación va de moderado a alto y se registra actividad humana relacionada con la tala, el resinaje y los incendios.

11. *Pinus leiophylla-Piptochaetium virescens*

Características de estructura y fisonomía. Este Bosque está caracterizado por la presencia de cuatro estratos. En el estrato (1) arbóreo con coberturas de 50% y talla de 25 m. El estrato (2) arbustivo con cobertura de 30% y tallas menores a los cuatro metros. El estrato (3) herbáceo con cobertura de 25% y tallas menores a los 40 cm. El estrato (4) rasante con cobertura de 20% y tallas menores a los 10 cm.

Composición florística. En el estrato arbóreo (1) las especies presentes más importantes son: *Pinus leiophylla* (8/12), *P. montezumae* (6/12), *P. pseudostrabus* (11/12) y *Quercus rugosa* (8/12). En el estrato arbustivo (2) las especies características son: *Baccharis heterophylla* (8/12), *Senecio stochaediformis* (6/12) y *Archtostryphlos discolor* (5/12). En el

estrato herbáceo (3) destacan especies como *Piptochaetium virescens* (8/12), *Lopezia racemosa* (6/12), *Alchemilla procumbens* (6/12), *Salvia mexicana* (5/12) y *Cestrum thyrsoideum* (6/12). En el estrato rasante (4) especies del género *Polypodium* y *Adiantum*.

Características ecológicas y distribución. Esta comunidad se desarrolla en laderas con inclinación de 15° o en zonas planas alrededor de los 2,400 msnm. Comparte algunos elementos con la comunidad de *P. Pseudostrobus-T. pringlei*. Los suelos en los que se encuentran son profundos y contienen gran cantidad de hojarasca. En estos bosques se registró actividad humana relacionada con la tala y el resinaje.

12. *Carpinus carolineana-Asplenium praemorsum*

Características de estructura y fisonomía. Bosque cerrado caracterizado por la presencia de tres estratos. En el estrato (1) arbóreo con coberturas de 85% y tallas variables de 15 a 30 m de altura. Estrato (2) arbustivo con cobertura de 60% y tallas promedio de cuatro metros. Estrato (3) herbáceo con cobertura de 30% y tallas de un metro.

Composición florística. En el estrato arbóreo (1) *Carpinus carolineana* (7/14), *Quercus laurina* (7/14), *P. pseudostrobus* (8/14), *Clethra mexicana* (5/14), *Crataegus pubescens* (5/14) y *Symplocos citrea* (5/14). En el estrato arbustivo (2) *Ternstroemia pringlei*, (8/14), *Oreopana xalapensis* (5/14) y *Senecio angulifolus* (7/14). En el estrato herbáceo (3) *Asplenium praemorsum* (7/14), *Eupatorium aerolare* (5/14) *Tilandsia sp.* (5/14), *Lopezia racemosa* (6/14) *Salvia mexicana* (6/14) y *Smilax moranensis* (7/14).

Características ecológicas y distribución. Esta comunidad se desarrolla en sitios húmedos más cálidos que los bosques de *Abies*. Presenta una distribución vinculada a laderas muy pronunciadas, barrancas o cañadas. Se caracteriza por la presencia de especies representativas del bosque mesófilo de montaña, como es el caso de *Carpinus carolineana*, *Crataegus pubescens* y *Symplocos citrea*, entre otras. Su distribución es amplia y se encuentra a partir de las zonas más bajas 1,900 m hasta los 2,500 msnm. Los suelos son escasos o bien desarrollados que contienen gran cantidad de hojarasca. El grado de perturbación es variable, de ligero a fuertemente perturbado, en donde el cambio de uso del suelo se relaciona con plantaciones aguacateras.

13. *Stevia rhombifolia*-*Aegopogon cenchroides*

Características de estructura y fisonomía. Arbustada que se presenta discontinua en forma de pequeños manchones densos. Se distinguen dos estratos: el estrato (1) arbustivo representado por especies compuestas que dominan el 90% de la cobertura, con una altura variable de 0.5 m a cuatro metros. El estrato (2) rasante con cobertura de 10% y tallas de 5-10 cm de altura.

Composición florística. En el estrato arbustivo (1) las especies características son: *Stevia rhombifolia* (8/9), *Senecio cinerarioides* (5/9), *Baccharis grandifolia* (3/9) y *Baccharis sp.* (4/9). En el estrato rasante (2) las especies características son: *Aegopogon cenchroides* (9/9) y *Bromus carinatus* (3/9) y las especies acompañantes *Alchemilla procumbens* (7/9), *Stellaria sp.* (6/9) y *Acaena elongata* (4/9).

Características ecológicas y distribución. Los matorrales se encuentran en planicies con gran cantidad reciente de arena volcánica proveniente del Parícutín. El suelo es pobre, poco desarrollado y la materia orgánica escasa. Este tipo de vegetación está expuesto a la continua exposición solar. Presenta una distribución entre la cota de los 2,600 y los 2,800 msnm.

La descripción de las cuatro comunidades de vegetación preforestal reconocidas en el estudio de Joaquín Jiménez *et al.* (1997) son: (*Gnaphalium canescens*-*Gaultheria lancifolia*, *Gnaphalium semiamplexicaule* - *Aegopogon cenchroides*, *Phlebodium araneosum* - *Elaphoglossum pringlei* y *Buddleia cordata* - *Coriaria ruscifolia*) que no se desarrollan en este capítulo, por lo que se recomienda revisar el trabajo original para mayor información.

INTEGRACIÓN DE LOS ENFOQUES FORESTAL Y PAISAJÍSTICO

Se identificaron dos clases de polígonos que no pudieron ser clasificados por el procedimiento anterior. Aquellos que incluyen EA no registradas en los levantamientos de vegetación y los que incluyen coberturas no forestales (por ejemplo: arenales, huertos y lavas).

Durante el proceso de vinculación entre las comunidades de vegetación y las unidades de manejo forestal (subrodiales), se observó (cuadro 6) que alrededor del 80% de la superficie forestal fue exitosamente incorporada al modelo. En contraste, en tan solo 12% del territorio no se logró ligar ambos niveles de información. De una muestra tomada al

azar, que cubrió el 16% del total de datos (203 subrodiales), se determinó un error del 10%. Las fuentes probables de error son: la información original proveniente de dos grupos diferentes (forestal y biológica) y el proceso de análisis de este trabajo, lo que significa que el presente modelo espacial tiene una certidumbre del 90%. Esto sugiere que el modelo de integración de ambos enfoques es aceptable.

CUADRO 6. CLASES DE AFINIDAD ENTRE EL SUBRODAL Y LA COMUNIDAD DE VEGETACIÓN ASIGNADA; NÚMERO DE SUBRODALES POR CLASES; ÁREA Y PERÍMETRO TOTAL QUE REPRESENTAN

	CLASE DE AFINIDAD	NO. SUBRODALES	NO. POLÍGONOS	ÁREA (HA)	PERÍMETRO (x 10 ⁵) M
I	> 25	249	135	1,330	2.34
II	26 – 55	110	65	1,060	1.54
III	56 – 75	315	152	3,640	5.1
IV	76 – 100	596	200	4,830	6.3
	Subrodiales no definidos	4	4	20	0.05
	Coberturas no forestales		294	7,250	7

Alrededor del 80% de la superficie forestal, fue exitosamente incorporada al modelo, ligando ambas fuentes de información.

DISCUSIÓN

La comparación de la riqueza específica, a través de los dos métodos analizados en este trabajo, muestran grandes diferencias. Por un lado, la información florística obtenida a través del enfoque paisajístico es más detallada en cuanto al conocimiento de la flora de la región. Por otro lado, los métodos forestales generalizan la composición y estructura de

la vegetación que conforma el bosque, referida exclusivamente a las especies arbóreas, y de éstas, las que tienen un valor maderable. Adicionalmente, la clasificación propuesta para las comunidades vegetales, sugiere una distribución zonal relacionada con variaciones fisiográficas, ambientales y al impacto de la actividad humana (Velázquez *et al.* 2000). En el caso de las comunidades de vegetación preforestal, se relaciona con procesos de sucesión primaria (Jiménez *et al.* 1997).

El enfoque de ecología del paisaje permitió reconocer las especies diagnósticas de cada comunidad vegetal, mismas que reflejan condiciones ambientales diferentes. Por otro lado, se logró caracterizar dichas comunidades con base en su composición, estructura y aspectos ecológicos. Esto permitió relacionar la información de ambos enfoques en un modelo integral de manejo del bosque. Esto incluye la información referente a la estructura vertical del bosque, en este caso, la composición y estructura de las diferentes comunidades de vegetación, y la estructura horizontal del mismo. Considerar este tipo de información en los modelos de manejo forestal resulta de gran relevancia. A partir de ella se puede reconocer cuáles son las comunidades de vegetación que conforman el bosque, en dónde se encuentran y cuáles son los elementos y factores más importantes que regulan su distribución y dinámica.

El enfoque forestal que se basa únicamente en las especies arbóreas (y de éstas las de valor forestal comercial), no permite reconocer la complejidad estructural de la vegetación, además de subvalorar la composición florística que la caracteriza y su relación con las condiciones ambientales, fisiográficas y actividades humanas. Es por ello que en el presente estudio, la comunidad vegetal asociada a cada subrodal, incluye la comunidad vegetal mejor representada pero no necesariamente la única. Es decir, un subrodal puede comprender a más de una comunidad vegetal, las cuales presentan cierta similitud en cuanto a la composición y abundancia de especies arbóreas, lo que implica que el modelo de integración calculado en 90% de confianza tiene que considerar estos aspectos intrínsecos en la definición de unidades de vegetación.

Existen grandes diferencias en el diseño del muestreo del enfoque forestal y el enfoque de paisaje y, por lo tanto, en la información obtenida. El diseño del primer enfoque, se basa en atributos relacionados principalmente con el recurso madera (*v. gr.* fisonomía del bosque, densidad de árboles y volumen de madera). Esta perspectiva no considera aspectos ecológicos y su muestreo se realiza tanto en sitios que incluyen condiciones de transición que representan ecotonos, como en sitios homogéneos

(Seymour y Hunter 1999). En contraste, el enfoque paisajístico intenta excluir del diseño de su muestreo este tipo de condiciones, dirigiendo el esfuerzo exclusivamente a condiciones homogéneas de entidades naturales (Werger 1974). Esto explica que un alto porcentaje de subrodales presente baja afinidad con cualquier posible comunidad vegetal.

Otra posible razón para explicar que un gran número de subrodales presenten baja afinidad con alguna comunidad de vegetación son las prácticas de aprovechamiento forestal. Estas promueven la corta selectiva y favorecen el desarrollo y establecimiento de ciertas especies, lo que se refleja en la alteración de la estructura y la composición de las comunidades vegetales.

El rodal, en términos del enfoque forestal, parece representar características fisonómicas homogéneas. Por el contrario, el enfoque de paisaje demostró que el rodal incluye una alta heterogeneidad de comunidades vegetales (Fregoso 2000). Tal es el caso de agrupar dentro de una misma unidad forestal, comunidades vegetales de *Pinus leiophylla*-*Piptochaetium virescens*, *Abies religiosa* - *Galium mexicanum*, *Pinus montezumae* *Dryopteris* sp., a pesar de que cada comunidad vegetal presenta patrones de distribución conforme a ciertas condiciones bióticas y abióticas, así como una dinámica y regeneración particular (Jiménez *et al.* 1997, Velázquez *et al.* en prensa).

El enfoque forestal asume que el manejo (aprovechamiento) forestal simula procesos de perturbación que ocurren de manera natural, por lo que dicho aprovechamiento se restaura como parte de la dinámica misma del área manejada. Sin embargo, los disturbios naturales afectan con la misma magnitud los diferentes elementos del área en cuestión (suelos, cobertura vegetal, fauna, entre otros), mientras que las prácticas forestales alteran de manera preferencial ciertos elementos. Así mismo, el enfoque forestal postula que las prácticas de aprovechamiento del bosque disparan diferentes procesos de la dinámica de la vegetación. Sin embargo, los atributos de la vegetación que se consideran en el diseño del manejo forestal, no son coincidentes con las implicaciones en la dinámica de la vegetación y las consecuencias sobre la evolución del paisaje (Spies y Turner 1999).

El aprovechamiento forestal a partir del rodal como entidad geográfica de manejo no se ajusta a los supuestos antes mencionados, ya que la dinámica del bosque está condicionada por procesos ecológicos (sucesión, repoblamiento, natalidad, entre otros), más que a características que describen una entidad en términos puramente maderables (cuadro 7).

A manera de conclusión podemos señalar que el diseño y la planeación del manejo forestal no deben basarse exclusivamente en las

especies de valor comercial (maderables) sin contemplar la complejidad de la vegetación que caracteriza y mantiene el bosque. Con la finalidad de lograr un manejo integral de los recursos forestales resulta relevante buscar mecanismos que integren ambos enfoques. De esta forma se puede conciliar la conservación y uso de los recursos en el corto y largo plazo.

CUADRO 7. COMPARACIÓN DE LOS ATRIBUTOS CONTEMPLADOS EN LOS ENFOQUES FORESTAL Y PAISAJÍSTICO

ATRIBUTOS	ENFOQUE FORESTAL	ENFOQUE PAISAJÍSTICO
Entidad geográfica	Rodal y subrodal	Unidad de paisaje
Estructura	Únicamente estrato arbóreo	Todos los estratos
Composición	11 especies	Todas las especies
Función	Tratamiento o corta	Dinámica de la vegetación
Biodiversidad	Subvaluada	Bienes y servicios
Agua	No considerada	Factor desencadenador de procesos
Suelos	Como sustrato	Factor desencadenador de procesos
Social	Demanda social	Oferta ambiental
Mercado	Establecidos	Emergentes
Costo / Beneficio	Menor / Específico	Mayor / Diversificado

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Icaza, P. 1993. Forestry as a social enterprise. *Cultural Survival* 17(1): 45-47.
- 1996. La gestión ambiental campesina, reto al desarrollo rural sustentable. En: Calva, J. L. (coord.). *Sustentabilidad y desarrollo ambiental*. Tomo 2; Seminario Nacional sobre alternativas para la economía mexicana. Pp. 117-127.
- Baskent, E. Z. 1997. Assessment of structural dynamics in forest landscape management. *Canadian Journal Forest Research*. 27: 1675-1684.

- Bocco, G., A. Velázquez, y C. Siebe 1998. Managing natural resources in developing countries: The role of geomorphology. *Conservation Voices* (Soil and Water Conservation Society) (16): 71-84.
- Bocco G., A. Velázquez y A. Torres 2000. Comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa en México. *Interciencia* 25 (2): 9-19.
- Bocco, G., M. Mendoza y O. R. Masera 2000. La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. *Investigaciones Geográficas*, UNAM, México.
- Braun-Blanquet 1979. *Fitosociología: bases para el estudio de comunidades vegetales*. Edición Blume, Madrid.
- Bray, D. 2002. A Purepecha community conserves its forest while creating wealth. En: Ford Foundation. *Sustainable Solutions. Building Assets for Empowerment and Sustainable Development*. Ford Foundation. 96 pp.
- Brokaw, N., y R. Lent 1999. Vertical structure. En: M. Hunter, Jr. (ed.). *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*. Cambridge, Reino Unido, pp. 373-399.
- Cabarle, B., S. Madrid, F. Chapela y L. Merino 1997. La silvicultura comunitaria mexicana frente a los estándares internacionales. En: Merino L. (ed.). *El manejo forestal comunitario en México y sus perspectivas de sustentabilidad*. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM, México.
- Carrasco, T., Iturralde, D. y J. Uquillas 1999. *Doce experiencias de desarrollo indígena en América Latina*. Fondo Indígena, Quito, Perú.
- Cortéz, G. en preparación. Computerized ecologically sound forest management indigenous communities of central México.
- Chadwick, N. L., D. R. Progulské y J. T. Finn 1986. Effects of fuelwood cutting on birds in southern New England. *Journal of Wild Life Management* 50(3): 398-405.
- Daily, C. G., S. Alexander, P. R. Ehrlich., Goulder., L. Lubchenco, J., Matson, P. A., Mooney, H. A., Postel, S., Shneider S. H., Tilman, D. y Woodwell, G. M. 1996. Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. *Issues in Ecology* 2:1-16.
- Farina, L. 1998. *Principles and Methods in Landscape Ecology*. Chapman y Hall, EE.UU., 235 pp.
- Farjon, A. J. Pérez de la Rosa, y B. Styles 1997. *Guía de campo de los pinos de México y América Central*. Royal Botanical Gardens. Gran Bretaña, 151 pp.
- Fregoso, A. 2000. La vegetación como herramienta base para la planeación, aprovechamiento y conservación de los recursos forestales: El caso de la comuni-

- dad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich. México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Jiménez, J., Escamilla, M. y A. Velázquez 1997. Fitosociología y sucesión en el volcán Paricutín (Michoacán, México). *Caldasia* 19(3): 487-505.
- Hill, M. 1979. *Twinspan a fortran program for the trend end correspondence analysis and reciprocal averaging*. Cornell University Ithaca, N.Y., 52 pp.
- ILWIS (The integrated land and water information system) 1997. *Application and reference guides*. ILWIS department, ITC, Enschede, Holanda, 352 pp.
- Inbar, M., Lugo, J. y Villers, L. 1994. The geomorphological evolution of the Paricutín cone and lava flow, México, 1943-1990. *Geomorphology* 9:57-76.
- IRM 1992. *Recursos mundiales 1992-1993*. Institute Panamericano de Geografía e Historia, México, 433 pp.
- IUCN 1996. *Communities and Forest Management*. A report of the IUCN working group on community involvement in forest management. Gran Bretaña.
- Jardel, E., E. Ezcurra, A. L. Santiago, M. Ramírez y S.P. Cruz 1998. Patrones del paisaje y sucesión en bosque de pino-encino y mesófilo de montaña. En: Martínez, L. Sandoval, J. Guzmán, L. Núñez, N. (comp.). *Memorias del sexto Simposio interno sobre investigación, manejo de recursos naturales y desarrollo comunitario*. Universidad de Guadalajara.
- Jardel, E., L. Sánchez-Velásquez 1984. La sucesión forestal: fundamento ecológico de la silvicultura. *Ciencia y Desarrollo* 14(84): 35-43.S
- Maguire, L. 1999. Social perspective. En: M. Hunter, Jr. (ed.). *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*. Cambridge, 639-695 pp.
- Masera, O., D. Masera y Nadia J. 1998. *Dinámica y uso de los recursos forestales de la región Puerépecha. El papel de las pequeñas empresas artesanales*. GIRA, México. 195 pp.
- Mittermier, R. y Goettsch, C. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. En: J. Sarukhán y R. Dirzo (eds.). *México ante los retos de la biodiversidad*. CONABIO, México.
- Mittermier, R. A. y C. Mittermier 1997. *Megadiversidad*. CEMEX, México, 501 pp.
- Mueller-Dombois, D. y Ellenberg, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York, pp. 547.
- Mummery, D., Battaglia, M. C., Beadle, L., Turnbull, C.R.A. McLeod, R. 1999. An application of terrain and environmental modelling in a large-scale forestry experiment. *Forest Ecology Management* 118: 149-159 pp.
- Naveh, Z. y Liberman, A.S. 1993. *Landscape Ecology Theory and application*. Spring Verlag, EE.UU., 360 pp.

- Neave, H., Norton, T. 1998. Biological inventory for conservation evaluation IV. Composition, distribution and spatial prediction of vegetation assemblages in southern Australia. *Forest Ecology Management* 106: 259-281.
- Oliver, C.D., Berg, D. R., Larsen, D. R., O'Hara, K. L. 1992. Integrating management tools, ecological knowledge, and silviculture. En: R. Naiman y J. Sedell (eds.). *New Perspective for Watershed Management*. Cap. 13: 361-382. Springer-Verlag. New York.
- Palik, B. y Engstrom, T. 1999. Species composition. En: M. Hunter, Jr. (ed.). *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*. Cambridge, Reino Unido. 65-94.
- Panayotou, T. 1994. *Ecología, medio ambiente y desarrollo. Debate, crecimiento vs. Conservación*. Gernica, España. 217 pp.
- Pitkänen, S. 1998. The use of diversity indices to assess the diversity of vegetation in managed boreal forest. *Forest Ecology Management* 112: 121-137.
- Rees, J. D. 1970. Paricutin revisited: A review of man's attempt to adapt to ecological changes resultin from volcanic catastrophe. *Geoforum* 4:7-25
- SARH 1992. *Bases para la evaluación de las unidades de conservación y desarrollo*. Subsecretaria Forestal-SARH, México.
- Segestrom, K. 1950. Erosion studies at the Paricutín, state of Michoacán, México. *Geological Survey Bulletin* 965-A. USGS, Washington, 164 pp.
- SEMARNAP 1997. *Ley forestal*. SEMARNAP, México, 114 pp.
- Seymour, R., y Hunter, M. 1999. Principles of ecological forestry. En: M. Hunter, Jr. (ed.). *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*. Cambridge, Reino Unido, pp. 22-64.
- Sist, P., Nolan, T., Bertault, J. y Dykstra, D. 1998. Harvesting intensity versus sustainability in Indonesia. *Forest Ecology and Management* 108 (3): 251-260.
- Smith, D. M. 1962. *The practice of Silviculture*. Séptima edición. Wiley & Sons, EE.UU., 578 pp.
- Spies, T. y M. Turner 1999. Dynamic forest mosaics. En M. Hunter, Jr. (ed.). *Maintaining Biodiversity in Forest Ecosystems*. Cambridge, Reino Unido, pp. 95-160.
- Thoms, C., D. Betters 1997. The potencial for ecosystem management in Mexico's forest ejidos. *Forest Ecology and Management* 103: 149-157.
- Toledo, V. y Ordoñez, M. J. 1993. The biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats. En: Ramamoorthy, T. P. Bye. R., Lot, A., Fa, J. (eds.). *Biological diversity of Mexico*. Oxford University Press. Pp. 757-775.
- Torres, A. 2000. El efecto de la fragmentación en los bosques en las comunidades de mamíferos. Caso estudio de la comunidad de Nuevo San Juan Parangaricutiro. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, UNAM.

- Velázquez, A., J. Jiménez, M. Escamilla y G. Bocco (en prensa). Vegetation Dynamics on Recent Mexican Volcanic Landscapes. *Acta Phytogeographica Suecica*. Holanda.
- Velázquez, A. 1993. *Landscape ecology of Tláloc and Pelado volcanoes, México*. ITC publication No. 16, pp. 151.
- Velázquez, A., G. Bocco, A. Torres 2000. Turning scientific approaches in to practical conservation actions. *Environmental Management*.
- Velázquez, A., J. F. Mas, R. Mayorga-Saucedo, J. L. Palacio, G. Bocco, G. Gómez-Rodríguez, L. Luna-González, I. Trejo, J. López-García, M. Palma, A. Peralta y J. Prado-Molina y F. González-Medrano 2001. El inventario forestal nacional 2000. Potencial de usos y alcances. *Ciencias* 64: 13-19.
- Velázquez, A., J. F. Mas, J. R. Díaz-Gallegos, R. Mayorga-Saucedo, P. C. Alcántara, R. Castro., T. Fernández, G. Bocco y J. L. Palacio 2002. Patrones y tasas de cambio del uso del suelo en México. *Gaceta Ecológica* 62: 21-37.
- Vogt, K., Gordon, J. C., Wargo, J. P, Vogt, D. J., Asbjornsen, H., Palmiotto, P. A., Clark, H. J. O'Hara, J. L., Keaton, W. S., Patel-Weynand, T., Witten, E. 1997. *Ecosystems*. Springer-Verlag, New York, 470 pp.
- Werger, M. J. A. 1974. On concepts and techniques applied in the Zurich-Montpellier Method. Of vegetation survey. *Bothalia* 11: 309-323.
- Wolf, J. 1998. Species composition and structure of the woody vegetation of the Middle Casamance region (Senegal). *Forest Ecology and Management* 111: 249-264.

DIEZ

Análisis de cobertura y uso del terreno en el contexto de su dinámica espacio-temporal

José Sánchez, Gerardo Bocco, Jesús Fuentes y Alejandro Velázquez

INTRODUCCIÓN

La participación de las poblaciones rurales es insustituible para la definición y puesta en marcha de nuevas opciones de desarrollo, tanto por sus conocimientos sobre el ambiente como por sus variadas formas de organización social y productiva. Estas opciones buscan cubrir las necesidades básicas de la humanidad y respetar los ciclos de la naturaleza (Gutiérrez 1997). Para ello es necesario llevar a cabo una serie de acciones encaminadas a un mejor manejo y conservación de los recursos, tomando en consideración cuáles son sus formas de uso y bajo qué racionalidad se insertan en la lógica de reproducción campesina para que la población rural pueda tener acceso a los bienes de su entorno.

Para lograr un uso y manejo sustentable de los recursos naturales es fundamental formular marcos conceptuales y espaciales que permitan analizar la relación entre la oferta ambiental de un terreno geográficamente identificado y la demanda social que sobre él existe. De igual forma, es necesaria la sistematización de conocimientos y reflexiones acerca de la concepción de uso, manejo y gestión de los recursos naturales, que hacen los diversos actores sociales, principalmente las comunidades indígenas. Por mucho tiempo se ha dejado de lado el papel que han desempeñado las poblaciones rurales en los procesos de apropiación, preservación y deterioro de los recursos naturales.

Un caso de gestión comunal indígena exitoso en el estado de Michoacán es el de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP), que ha incursionado en el aprovechamiento planificado de su territorio.

Los bosques de la región han presentado desde épocas prehispánicas una fuerte intervención humana. En la CINSJP el aprovechamiento forestal ha aumentado el valor agregado a través de una industria de transformación de gran impacto comercial. Sin embargo, el manejo que se practica pretende ser un modelo de desarrollo sustentable, por lo que la CINSJP está buscando formas alternas de conservación y aprovechamiento del bosque que les permita diversificar sus actividades productivas. Ello pese a que se encuentra inmersa dentro de una de las zonas de alta producción aguacatera del estado, lo que le imprime una fuerte presión hacia el cambio de la cobertura vegetal y de uso del suelo (Torres y Bocco 1999).

El análisis de la cobertura vegetal y el uso del suelo nos permite conocer cómo se está utilizando cada zona o región determinada o qué recursos permanecen en su estado actual. En este sentido, el análisis espacial de la información consistió en examinar el comportamiento de las categorías de cobertura vegetal y cambio de uso del suelo para 1974 y 1996 en una subescena (área fotointerpretada) de aproximadamente 94,372 hectáreas, dentro de las cuales se encuentra la CINSJP. Los resultados obtenidos del análisis aportan elementos que pueden ser empleados en la toma de decisiones dentro del proceso de planeación del uso de la tierra como parte del proyecto de apoyo al plan de manejo territorial de la comunidad. En este capítulo se presentan los resultados de la cuantificación y evaluación de los cambios en la cobertura vegetal y uso del terreno al interior de la CINSJP y alrededor de la misma, durante el periodo 1974-1996.

MÉTODOS

FOTOINTERPRETACIÓN Y CALIDAD DE LOS DATOS

Para entender el impacto que ocasiona el cambio de uso y cobertura del terreno, es necesario estudiar factores ambientales y socioeconómicos que afectan su uso. Sin embargo, no existen análisis cuantitativos de la importancia relativa de estos elementos con el cambio de la cobertura y uso del terreno, ya que las interpretaciones de cómo estos factores interactúan para estimular el cambio varía ampliamente de una región a otra (Skole *et al.* 1994, Kummer y Turner II 1994).

La percepción remota (interpretación de fotografías aéreas) en el marco de un sistema de información geográfica proporciona un acercamiento objetivo y cuantitativo al cambio de cobertura vegetal e indirectamente al de uso del suelo. Este enfoque, que jugó un papel determinante en este trabajo, tiene como base fundamental el análisis y procesamiento de la información cartográfica (mapas), tabular (censos) y de fotografías aéreas. Sin embargo, estas observaciones por sí solas no permiten identificar por qué ocurre el cambio del uso del terreno o determinar qué factores influyen en la dinámica local y regional (Skole *et al.* 1994).

Se interpretaron un total de 139 fotografías aéreas pancromáticas blanco y negro: 40 a escala aproximada 1:50,000 de INEGI para el año 1974 y 99 a escala 1:25,000 de GEOAIR Internacional, S.A. de C.V. para el año 1996. El trabajo de gabinete requirió el apoyo de la utilización de mapas topográficos a escala 1:50,000 de INEGI. Las cartas utilizadas fueron: Los Reyes E13-B28, Paracho E-13B29, Tancítaro E13-B38 y Uruapan E13-B39. Para cada fecha analizada se fotointerpreto una subescena que cubre una superficie aproximada de 94,372 hectáreas que denominamos Región del Tancítaro, dentro de la cual queda comprendida la CINSJP, que cubre una superficie de 18,138 hectáreas, y un área natural protegida denominada Parque Nacional Pico de Tancítaro (PNPT) con una extensión territorial de 23,778 hectáreas. El resto de la superficie (54,570 hectáreas) se encuentra ocupada por otras comunidades, ejidos y pequeños propietarios a las cuales denominamos Resto de la Región del Tancítaro (RRT). Se utilizó una escala de restitución de 1:50,000, debido a que los mapas base de la zona de estudio corresponden a esta escala.

Una vez definidas las áreas útiles se procedió a la interpretación, para lo cual se consideraron criterios que permitieran reconocer los elementos a identificar en función del tamaño, forma, textura y patrón de las fotos aéreas. Previamente, se elaboró una primera leyenda de cobertura y uso del suelo, misma que fue reagrupada en las clases que se presentan en el cuadro 1. Todos los documentos cartográficos fueron realizados con el sistema de información geográfica ILWIS versión 1.4 y versión 2.23 (ITC 1993 y 1997).

Para la obtención de los mapas se requirió de varias etapas secuenciales: (1) interpretación en estereoscopio de espejos, (2) verificaciones de campo, (3) digitalización de los segmentos de cada una de las fotos aéreas, (4) corrección geométrica de las fotos a través de la técnica de monoploteo, (5) elaboración del mosaico fotogramétrico (mosaico controlado), (6) etiquetamiento de los polígonos y (7) tratamiento digital de las bases

cartográficas obtenidas; las cinco últimas etapas fueron desarrolladas en el sistema de información geográfica ILWIS (para una descripción más detallada de las etapas consultar a López 1999).

Con el objeto de contar con bases de datos confiables se verificó la calidad del etiquetamiento y clasificación de los polígonos con base en la técnica descrita por Bocco y Riemmann (1997), la cual describe a la verificación del etiquetamiento de los polígonos en términos binomiales de criterio de éxito-fracaso, misma que puede ser representada como un experimento de Bernoulli, con dos posibles resultados: correcto (donde la etiqueta del polígono en la base de datos digital corresponde a la dada en el mapa en papel) o incorrecto (donde el polígono fue incorrectamente etiquetado).

CUADRO 1. LEYENDA DE COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO UTILIZADA EN LA FOTOINTERPRETACIÓN

<i>Cobertura vegetal</i>	
Arbustos	A
Bosque cerrado	BC
Bosque abierto	BA
Pastizales	P
<i>Uso del suelo</i>	
Cultivos anuales	CA
Cultivos perennes	CP
<i>Otras coberturas</i>	
Sin cobertura en arenas	SCA
Sin cobertura en lavas	SCL
Erosión	E
Zona urbana	ZU

CONSTRUCCIÓN DE LAS MATRICES DE TRANSICIÓN

Con el fin de analizar detalladamente la dinámica de cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo se construyeron matrices de transición. Las matrices se describen como tablas con arreglos simétricos que contienen en uno de los ejes los tipos de vegetación y usos del suelo en el primer año base y en el otro eje (segundo año) estos mismos tipos. De esta forma, cada una de las celdas de la diagonal principal de la matriz representa la superficie en hectáreas de cada clase de cobertura vegetal y uso del suelo que permaneció en la misma categoría durante el período considerado, mientras que en el resto de las celdas se estima la superficie de una determinada cobertura o tipo de uso del suelo que pasó a otra categoría (Dirzo y Maser 1996 citado en López 1999), lo que permite entender la dinámica de cambio en la cobertura y uso de suelo a nivel local y/o regional.

De las superficies obtenidas de los mapas de cobertura vegetal y uso del suelo de 1974 y 1996 se construyeron las matrices de transición. A partir de éstas se elaboraron las matrices de probabilidad de transición para cada una de las clases de cobertura vegetal y uso del suelo seleccionadas. Estas matrices surgen de dividir cada una de las celdas de la matriz de transición que representa la superficie en hectáreas de cada clase de cobertura vegetal y uso del suelo entre el total de la superficie de la clase analizada.

Se considero que la probabilidad de transición (P_{ij}) de cada clase de la matriz es proporcional a la superficie remanente de la misma clase entre 1974 y 1996.

Su expresión matemática es:

$$P_{ij} = S_{ij} (1974) / S_j (1996)$$

Donde:

S_{ij} = superficie del elemento "ij" de la matriz de transición de cobertura/uso del suelo en 1974.

S_j = superficie de la clase de cobertura/uso del suelo "j" en 1996.

De esta manera, para cada categoría de uso de suelo "j".

$$P_{ij} = 1$$

Para la interpretación de los datos se utilizaron las siguientes clases de probabilidad: 0-33% (baja), 34-66% (media) y 67-100% (alta).

Finalmente se llevaron a cabo una serie de salidas a campo durante los meses de febrero a noviembre de 1999 con el objeto de establecer, por un lado, reconocimientos generales de la zona, y por el otro, para verificar los datos. Durante el trabajo de campo se aplicaron al azar un total de 32 entre-

vistas abiertas, 12 dirigidas a las autoridades agrarias y 20 a informantes clave, con el fin de poder entender cómo los comuneros han venido manejando sus recursos naturales (más que una representación estadística se procuró obtener una muestra cualitativa). Las técnicas de investigación utilizadas fueron: revisión y análisis de información documental, manejo y análisis de bases de datos, entrevista abierta y la observación personal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis espacial de la información examina el comportamiento de las categorías de cobertura vegetal y uso del suelo en la CINSJP como en el PNPT debido a que presentan una superficie en común, asimismo se analiza el resto de la región del Tancítaro. En todos los casos se considera el área y el porcentaje para cada tiempo analizado. Los resultados se presentan en los mapas 3 a y b del encarte a color.

ANÁLISIS DE LA COBERTURA VEGETAL Y CAMBIO DE USO DEL SUELO PARA 1974 Y 1996

La Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro

Con la reubicación de la CINSJP en el valle de los Conejos a raíz de la erupción del volcán Paricutín, esta comunidad se vio obligada a hacer uso de los recursos de que disponía lo que dio como resultado un aprovechamiento irracional del bosque por particulares, una nula inversión, una escasa o nula participación de los comuneros, la comunidad indígena no recibía ingresos por el corte de madera. Cuando la comunidad inició un programa de manejo racional de sus bosques, en 1978, ya con un estudio dasonómico para el periodo 1979-1988, logro que al año siguiente se le otorgara la facultad de contar con su propio organismo de Servicios Técnicos Forestales.

Este manejo racional del bosque que desarrolla la comunidad puede analizarse a través de la cuantificación y evaluación de los cambios ocurridos en la cobertura vegetal y el uso del suelo durante el periodo comprendido entre 1974 y 1996.

En 1974, cuatro años antes de que la comunidad se hiciera cargo de sus bosques, la cobertura vegetal estaba mayoritariamente representada por bosques, los cuales cubrían el 56.8% de la superficie total. En esa fecha los aprovechamientos forestales se venían realizando sin ningún control, ni aplicación de técnicas por parte de supuestos pequeños pro-

pietarios (CINSJP 1997). Del total de esta superficie boscosa, 7,994 ha correspondían a bosques cerrados y 2,332 ha a bosques abiertos. Esta cobertura forestal se encontraba concentrada principalmente en dos bloques: el primero localizado en el centro-oriente de la comunidad, más o menos compacto, aunque presentaba una intercalación de áreas con cultivos anuales, pastizales y arbustos de regular extensión el segundo, en la parte sur-poniente con un mayor grado de fragmentación y asociado con varias pequeñas áreas de cultivos anuales, pastizales y cultivos frutícolas (cuadro 2 y mapa 3a del encarte a color). El resto de las coberturas vegetales estaban representadas por los arbustos y los pastizales; los primeros en la porción nor-oriente, ocupaban 1,045 hectáreas y los segundos en el centro-sur con una extensión de 1,023 hectáreas.

CUADRO 2. COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO EN LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

CLASES	1974		1996	
	HA	%	HA	%
<i>Cobertura vegetal</i>				
Arbustos (A)	1,045	5.7	678	3.7
Bosque abierto (BA)	2,332	12.8	1,264	7.0
Bosque cerrado (BC)	7,994	44.0	9,458	52.0
Pastizal (P)	1,023	5.6	172	0.9
<i>Uso del suelo</i>				
Cultivos anuales (CA)	2,449	13.5	2,377	13.1
Cultivos perennes (CP)	192	1.1	1,984	10.9
<i>Otras coberturas</i>				
Sin cobertura en arenas (SCA)	1,508	8.3	610	3.4
Sin cobertura en lavas (SCL)	1,642	9.0	1,642	9.0
Superficie total	18,185	100.0	18,185	100.0

El uso del suelo, estaba regido principalmente por dos actividades: los cultivos anuales y en menor proporción por los perennes. Los primeros estaban caracterizados por la práctica del cultivo de maíz criollo de humedad, que se practicaba en 2,449 hectáreas. Esta actividad estaba confinada en la porción sur-poniente, en un bloque más o menos compacto. En cambio los cultivos perennes estaban definidos por una incipiente actividad frutícola (huertas de aguacate) desarrollada en la parte sur y apenas cubrían 192 hectáreas. El resto de la superficie comunal (17.3%) estaba representada por arenas y lavas que cubrían 1,508 y 1,642 hectáreas, respectivamente, ambas producto de la erupción del volcán Parícutín así como de otros aparatos volcánicos que se localizan hacia el interior de la comunidad. Estas coberturas se localizaban en la porción norponiente.

Después de transcurridos 22 años se presentaban algunos cambios importantes con respecto a la apropiación y manejo de los recursos naturales por parte de los comuneros de San Juan, lo cual se vio reflejado tanto en la cobertura vegetal como en el uso del suelo, inducidos o propiciados por la misma población ya que tenían 18 años de manejar y aprovechar racionalmente sus bosques bajo un plan de manejo forestal (mapa 3b del encarte a color). Durante dicho periodo la masa boscosa paso de 10,326 a 10,722 hectáreas, aumentaron los bosques cerrados (9,458 ha) y disminuyeron los bosques abiertos (1,264 ha). La superficie boscosa ganada se obtuvo mediante un proceso muy dinámico: se perdió cobertura forestal en la porción sur de la comunidad para dar paso a la actividad frutícola y hacia el norte se recuperó la cobertura forestal al pasar de bosque abierto a cerrado y se ganó más superficie sobre arenales y pastizales. El resto de las coberturas vegetales disminuyó drásticamente su superficie. Los arbustos cubrían 678 hectáreas restringiéndose hacia la porción oriente de la comunidad, y los pastizales abarcaban 172 hectáreas distribuidas de manera irregular por todo el territorio comunal.

Con respecto al uso del suelo se dieron cambios importantes, aun cuando seguía siendo definido tanto por los cultivos anuales como por los perennes; los primeros prácticamente se siguieron manejando sobre la misma cantidad de superficie que años atrás. Por el contrario, fueron los cultivos perennes, los que habían incrementado su superficie en poco más de nueve veces con respecto a 1974.

Mientras que la superficie de lava, lógicamente se conservo, las áreas cubiertas con arena disminuyeron en 59.5% respecto de 1974. Esta disminución se debe a que durante los últimos años (por lo menos hasta

1996) los comuneros han iniciado la reforestación y rehabilitación colectiva de esas áreas, acción considerada dentro del Programa de manejo forestal sustentable para el aprovechamiento de los recursos forestales maderables con carácter de persistente en los bosques de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro. Se prevé la reforestación primeramente de las áreas cubiertas con arena volcánica y en segundo término las áreas agrícolas que potencialmente son forestales y que en el pasado fueron desmontadas para el uso agrícola de autoconsumo abandonadas. Estos trabajos de reforestación iniciados a principios de la década de los años 1990 empiezan a dar resultados, pues las especies ahí cultivadas han mostrado un buen desarrollo y adaptación.

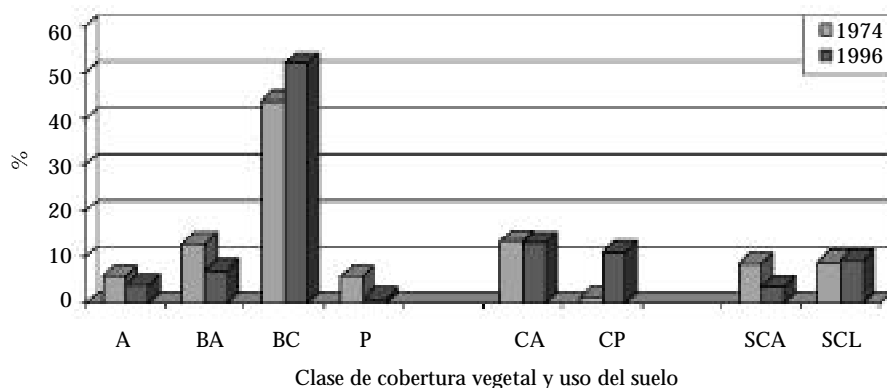
También se han estado aprovechando los arenales para establecer huertos frutícolas con un sistema intensivo y sofisticado. Se cavan cepas de más de un metro de profundidad en las arenas, logrando una buena retención de la humedad. Con este método 40 comuneros han sembrado 100 ha de durazno en las faldas del volcán Parícutín.

Si se observan los porcentajes de las clases consideradas (figura 1), pareciera que todas las acciones de la CINSJP en cuanto al manejo de su cobertura vegetal estuvieran dirigidas principalmente hacia la conservación y manejo de su masa forestal. Esta tendencia muy probablemente se deba o esté influenciada por el plan de manejo forestal aplicado desde finales de los años 1980, el cual marca ciertas restricciones para aprovechar el bosque de manera individual. Sin embargo, en el caso del uso del suelo pareciera ser que está dirigido a incentivar la actividad frutícola con todos los riesgos e implicaciones que esto conlleva, y promete continuar con esa tendencia. Esto se debe en parte a las mejoras en las relaciones comerciales para ese fruto (principalmente aguacate) a partir de la reapertura comercial en 1996 con los Estados Unidos de América. Un caso extremo es el cultivo de maíz durante los últimos 22 años no se incrementó su superficie cultivable ni tampoco se han planteado alternativas para hacerlo rentable aunque subsiste como una expresión sociocultural de fuerte arraigo hacia la tierra y se resiste a desaparecer (Pulido 2001).

Pero ¿cual es la probabilidad de que tales coberturas y usos del suelo que se desarrollan en la CINSJP permanezcan como tales? El análisis estadístico arrojó que durante estos 22 años en términos generales la comunidad fue muy dinámica en cuanto al manejo de su cobertura vegetal y uso del suelo (cuadros 3 y 4).

Dentro de las clases de cobertura vegetal, la denominada bosque cerrado fue la que mantuvo la mayor superficie con una alta probabilidad

FIGURA 1. TENDENCIA DE LA COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO EN LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO



de conservarse (70%). Pese a ello, está cambiando a cultivos perennes, bosque abierto, cultivos anuales y arbustos. Tanto el bosque abierto como los arbustos y pastizales presentaron una baja probabilidad de permanecer como tales (13%, 10% y 2%, respectivamente), transformándose principalmente en bosque cerrado. Sin embargo, los bosques abiertos aportan más del 10% de su superficie a los cultivos perennes y los pastizales el 15% a los cultivos anuales.

La clase de cultivos anuales fue muy dinámica durante el periodo analizado, ya que permaneció en poco más de la mitad de su superficie con el mismo uso, presentando una moderada probabilidad de permanecer en la comunidad, (está cambiando a bosque cerrado). Por su parte, los cultivos perennes se mantuvieron en más del 85% de su superficie, con una alta probabilidad de permanencia cediendo solamente superficie a la clase de bosque cerrado y abierto.

Por su parte, la clase sin cobertura en lavas, prácticamente mantuvo su superficie y presenta una alta probabilidad de permanecer así, tan solo cedió una mínima superficie a las clases bosque cerrado, arbustos, cultivos perennes y a la clase sin cobertura en arenas. En cambio, esta última cedió casi el 80% de su superficie, la de cultivos perennes, bosque cerrado y cultivos anuales, con una baja probabilidad de permanecer en esa categoría.

Entre los compromisos que tiene la comunidad ante el sector gubernamental se encuentra el de reforestar dentro del predio con plantas de pino producidas en viveros propios, dando prioridad a las áreas de corta de regeneración, corta de liberación y a las que tiempo atrás sufrieron desmontes para establecer cultivos agrícolas reincorporándolas nuevamente a la productividad maderable y a las áreas cubiertas por arena volcánica.

CUADRO 3. MATRIZ DE TRANSICIÓN DE COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO EN LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

	ARBUSTOS	BOSQUE ABIERTO	BOSQUE CERRADO	PASTI- ZALES	CULTIVOS ANUALES	CULTIVOS PERENNES	SIN COBER- TURA EN ARENAS	SIN COBER- TURA EN LAVAS
<i>Cobertura vegetal</i>								
Arbustos	100	50	741	35	52	12	47	2
Bosque abierto	62	291	1,433	33	96	257	142	12
Bosque cerrado	419	566	5,648	62	547	736	55	0
Pastizales	31	225	490	19	155	89	7	5
<i>Uso del suelo</i>								
Cultivos anuales	12	62	732	10	1,392	196	20	9
Cultivos perennes	0	8	18	0	1	166	0	0
<i>Otras coberturas</i>								
Sin cobertura en arenas	51	58	375	18	128	504	317	52
Sin cobertura en lavas	10	6	31	0	2	14	12	1,560

CUADRO 4. MATRIZ DE PROBABILIDAD DE TRANSICIÓN DE COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO EN LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

	ARBUSTOS	BOSQUE ABIERTO	BOSQUE CERRADO	PASTIZALES	CULTIVOS ANUALES	CULTIVOS PERENNES	SIN COBERTURA EN ARENAS	SIN COBERTURA EN LAVAS
<i>Cobertura vegetal</i>								
Arbustos	0.10	0.05	0.71	0.03	0.05	0.01	0.05	0.00
Bosque abierto	0.03	0.13	0.62	0.01	0.04	0.11	0.06	0.00
Bosque cerrado	0.05	0.07	0.70	0.01	0.07	0.09	0.01	0.00
Pastizales	0.03	0.22	0.48	0.02	0.15	0.09	0.01	0.00
<i>Usos del suelo</i>								
Cultivos anuales	0.01	0.03	0.30	0.00	0.57	0.08	0.01	0.00
Cultivos perennes	0.00	0.04	0.09	0.00	0.00	0.86	0.00	0.00
<i>Otras coberturas</i>								
Sin cobertura en arenas	0.03	0.04	0.27	0.01	0.10	0.34	0.21	0.00
Sin cobertura en lavas	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.96

EL PARQUE NACIONAL PICO DE TANCÍTARO

El Pico de Tancítaro fue decretado Parque Nacional el 27 de julio de 1940. Se ubica en parte de los municipios de Tancítaro, Nuevo Parangaricutiro, Peribán de Ramos y Uruapan. Dentro del esquema de áreas naturales protegidas de Michoacán tiene una gran importancia por su ubicación, extensión y por ser asiento de importantes especies vegetales y animales. Su localización le imprime un fuerte carácter estratégico ya que se encuentra dentro de la zona aguacatera más importante del estado y del país (Fuentes 2000). Por ello y por colindar con la CINSJP y compartir 2,291 hectá-

reas en común que se encuentran en litigio, se consideró conveniente analizar sus cambios de cobertura y uso del suelo del parque.

En 1974 el PNPT presentaba una cobertura vegetal caracterizada principalmente por bosques, que cubrían el 61% de su superficie. Del total de esta superficie boscosa, 9,100 ha correspondían a bosques cerrados y 5,383 a bosques abiertos. Esta cobertura se localizaba principalmente en el macizo montañoso que conforman los cerros de Tancítaro (la cumbre más elevada del estado de Michoacán con 3,840 msnm), La Zafra, El Arco, Piedra del Horno, Tangarico, El Brinco, Isingo y Pueblo Viejo, ubicados en el centro del parque (cuadro 5 y mapa 3a del encarte a color). El resto de las coberturas vegetales estaban representadas por los arbustos y los pastizales. Los primeros se ubicaban en la porción nororiente y ocupaban 2,752 hectáreas y los segundos al norte, sur y oriente con una extensión de 1,331 hectáreas.

El uso del suelo estaba representado exclusivamente por cultivos anuales, los cuales se desarrollaban en 4,420 hectáreas hacia la porción poniente, sur y oriente. Sin embargo, las áreas que se localizan hacia el oriente del parque están en conflicto con la CINSJP, y corresponden a su zona agrícola.

A diferencia de la CINSJP, el PNPT, además de contar con las clases sin cobertura en arenas y en lavas, presenta pequeñas superficies erosionadas y algunos asentamientos humanos. Las arenas cubrían 705 ha y las lavas tan solo 43 ha, ambas localizadas al nororiente del parque; la zona urbana estaba representada principalmente por la localidad de Tancítaro con 33 ha y las áreas erosionadas apenas cubrían 11 ha.

En 1996, la situación de la cobertura y uso del suelo también cambió en el parque; en términos generales la cobertura forestal se mantuvo e incluso aumentó de 14,483 hectáreas en 1974 a 16,787 hectáreas, sin embargo, aumentaron los bosques cerrados (12,436 ha) pero disminuyeron los abiertos (4,351 ha) y también se redujo la superficie de los arbustos y pastizales (mapa 4 del encarte a color).

Los cultivos anuales perdieron más del 40% de superficie que presentaban en 1974, quedando confinados a la porción poniente y oriente del parque (esta última corresponde a la zona agrícola de la CINSJP). Por otro lado, los cultivos perennes del parque cubren 2,996 hectáreas y reemplaza buena parte de los cultivos anuales.

En las otras coberturas desaparecieron las áreas erosionadas, prácticamente se mantuvieron las áreas cubiertas por arenas, disminuyó la superficie cubierta por lavas y aumentó la zona urbana.

Tal parece que la tendencia del PNPT en cuanto a su cobertura vegetal y uso del suelo se orientara hacia la preservación del bosque (figura

2), lo cual más que responder a las restricciones que por ley existen dentro de las áreas naturales protegidas es posible que se deba a lo inaccesible y accidentado del terreno y a la falta de caminos.

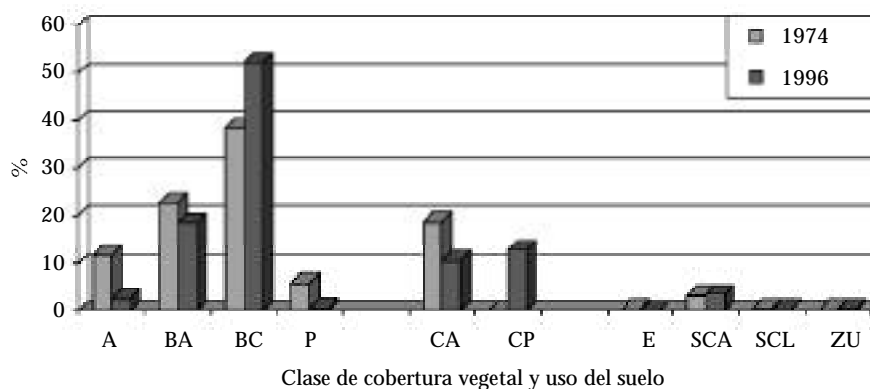
CUADRO 5. COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO EN EL PARQUE NACIONAL PICO DE TANCÍTARO

CLASES	1974		1996	
	HA	%	HA	%
<i>Cobertura vegetal</i>				
Arbustos (A)	2,752	11.6	547	2.3
Bosque abierto (BA)	5,383	22.6	4,351	18.3
Bosque cerrado (BC)	9,100	38.3	12,436	52.3
Pastizal (P)	1,331	5.6	119	0.5
<i>Uso del suelo</i>				
Cultivos anuales (CA)	4,420	18.6	2,496	10.5
Cultivos perennes (CP)	0	0.0	2,996	12.6
<i>Otras coberturas</i>				
Sin cobertura en arenas (SCA)	705	3.0	761	3.2
Sin cobertura en lavas (SCL)	43	0.2	24	0.1
Erosión (E)	11	0.0	0	0.0
Zona urbana (ZU)	33	0.1	48	0.2
Superficie total	23,778	100.0	23,778	100.0

RESTO DE LA REGIÓN DEL TANCÍTARO

El resto de la región está conformada por otras comunidades indígenas, ejidos y pequeñas propiedades. En 1974 el RRT presentaba una cobertura vegetal mayoritariamente forestal en 45.6% de la superficie total con-

FIGURA 2. TENDENCIA DE LA COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO EN EL PARQUE NACIONAL PICO DE TANCÍTARO



siderada. De este total, 19,607 ha correspondían a bosque cerrado y 5,300 hectáreas a bosque abierto, localizados principalmente hacia el nororiente y suroriente de la región (cuadro 6 y mapa 3a del encarte a color). El resto de las coberturas vegetales estaban representadas por los arbustos y pastizales. Los primeros ocupaban 2,977 hectáreas localizadas hacia el oriente, sur-poniente y centro nor-poniente, y los segundos cubrían 1,400 ha diseminadas por toda la región.

El uso del suelo era utilizado principalmente para la práctica de los cultivos anuales en 17,450 ha distribuidas principalmente hacia la porción nor-poniente y sur-poniente; por su parte los cultivos perennes ocupaban 3,963 ha en las inmediaciones de las localidades de Peribán de Ramos y de Nuevo San Juan. La superficie restante estaba cubierta por las otras coberturas. Las arenas ocupaban 2,290 ha y las lavas 829 ha, distribuidas principalmente en las cercanías del volcán Parícutín. La mayor superficie erosionada se localizaba en las inmediaciones de la localidad de San Francisco Peribán, representando 326 ha y la zona urbana cubría 428 ha de las localidades de Peribán de Ramos, San Francisco Peribán, Nuevo Zirosto, Santa Ana Zirosto, Zacán, Angáhuán, Nuevo San Juan y parte de Tancitaro.

A diferencia de la CINSJP y del PNPT en donde la cobertura forestal aumentó en 22 años, en el RRT disminuyó de 24,907 a 18,705 hectáreas; reduciéndose los bosques cerrados e incluso los abiertos y los

pastizales. En cambio la superficie cubierta aumentó casi al doble por arbustos (mapa 3b del encarte a color).

CUADRO 6. COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO EN EL RESTO DE LA REGIÓN DEL TANCÍTARO

CLASES	1974		1996	
	HA	SUPERFICIE %	HA	%
<i>Cobertura vegetal</i>				
Arbustos (A)	2,977	5.4	5,693	10.4
Bosque abierto (BA)	5,300	9.7	4,260	7.8
Bosque cerrado (BC)	19,607	35.9	14,445	26.5
Pastizal (P)	1,400	2.6	971	1.8
<i>Uso del suelo</i>				
Cultivos anuales (CA)	17,450	32.0	5,746	10.5
Cultivos perennes (CP)	3,963	7.3	21,471	39.3
<i>Otras coberturas</i>				
Sin cobertura en arenas (SCA)	2,290	4.2	574	1.1
Sin cobertura en lavas (SCL)	829	1.5	872	1.6
Erosión (E)	326	0.6	5	0.0
Zona urbana (ZU)	428	0.8	533	1.0
Superficie total	54,570	100.0	54,570	100.0

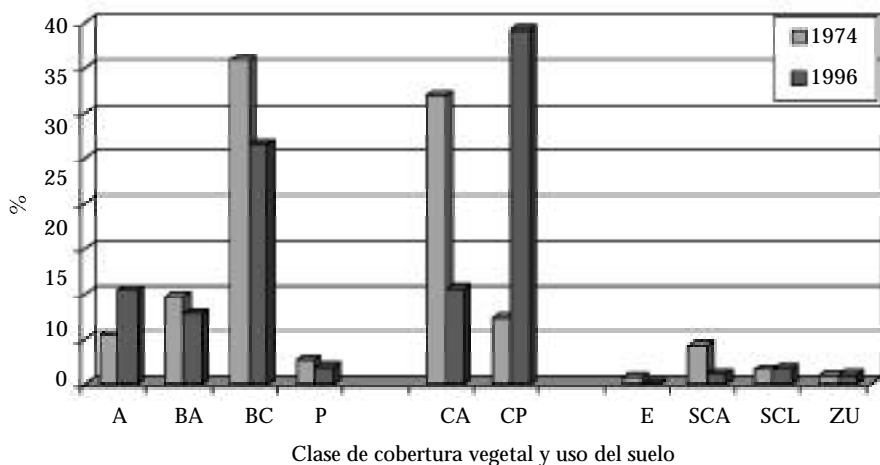
El cambio de uso del suelo fue muy drástico, los cultivos anuales perdieron el 67% de la superficie que presentaban en 1974, quedando relegados a la porciones norte y oriente. Por el contrario, los cultivos perennes aumentaron casi cinco veces la superficie, reemplazando buena parte de los cultivos anuales. En las otras coberturas prácticamente desaparecieron las áreas erosionadas, disminuyeron en casi tres cuartas partes las áreas cubiertas por arenas y aumentó la superficie cubierta por lavas como la zona urbana.

Es posible que la tendencia del RRT en cuanto a su cobertura vegetal y uso del suelo sea hacia la sustitución primeramente de los cultivos anuales y en segundo lugar de los fragmentos de bosque por cultivos perennes, a través del establecimiento de huertas de aguacate (figura 3).

Sin embargo, aun cuando los bosques cerrados mantuvieron la mayor superficie con la misma cobertura, presentan una probabilidad mediana de que se mantengan como tales (51%), principalmente se están transformando a cultivos perennes y en menor proporción a bosques abiertos y arbustos. Tanto el bosque abierto como los arbustos y los pastizales presentaron una baja probabilidad de permanencia (14%, 28% y 2%, respectivamente), principalmente están cambiando el bosque abierto y los pastizales a cultivos perennes, y los arbustos a bosque cerrado y cultivos perennes (cuadros 7 y 8).

Los cultivos anuales cedieron más del 80% de su superficie presentando una baja probabilidad de permanencia (17%), en su gran mayoría se están incorporando a los cultivos perennes. Por su parte estos últimos mantuvieron la mayor parte de su superficie con el mismo uso y con una alta probabilidad de permanencia.

FIGURA 3. TENDENCIA DE LA COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO EN EL RESTO DE LA REGIÓN DEL TANCÍTARO



CUADRO 7. MATRIZ DE TRANSICIÓN DE COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO EN EL RESTO DE LA REGIÓN DEL TANCÍTARO

	ARBUSTOS	BOSQUE ABIERTO	BOSQUE CERRADO	PASTIZALES	CULTIVOS ANUALES	CULTIVOS PERENNES	EROSIÓN	SIN COBERTURA EN ARENAS	SIN COBERTURA EN LAVAS	ZONA URBANA
Arbustos	836	300	846	45	120	804	0	36	2	8
Bosque abierto	2070	808	1448	125	257	1087	0	21	30	2
Bosque cerrado	1812	2292	9991	397	457	4406	2	239	7	15
Pastizales	109	102	270	28	38	861	0	0	0	0
	<i>Cobertura vegetal</i>									
Cultivos anuales	512	610	1417	242	2857	10859	2	14	2	141
Cultivos perennes	53	36	145	9	114	3384	0	0	0	15
	<i>Uso del suelo</i>									
Erosión	0	0	7	0	57	43	0	0	0	0
Sin cobertura en arenas	126	129	224	130	1736	113	0	183	93	44
Sin cobertura en lavas	106	10	6	0	0	9	0	87	745	0
Zona urbana	2	0	2	0	32	85	1	0	0	314
	<i>Otras coberturas</i>									

CUADRO 8. MATRIZ DE PROBABILIDAD DE TRANSICIÓN DE COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO EN EL RESTO DE LA REGIÓN DEL TANCÍTARO

	ARBUSTOS	BOSQUE ABIERTO	BOSQUE CERRADO	PASTIZALES	CULTIVOS ANUALES	CULTIVOS PERENNES	EROSIÓN	SIN COBERTURA EN ARENAS	SIN COBERTURA EN LAVA	ZONA URBANA
<i>Cobertura vegetal</i>										
Arbustos	0.28	0.10	0.28	0.02	0.04	0.27	0.00	0.01	0.00	0.00
Bosque abierto	0.35	0.14	0.25	0.02	0.04	0.19	0.00	0.00	0.01	0.00
Bosque cerrado	0.09	0.12	0.51	0.02	0.02	0.23	0.00	0.01	0.00	0.00
Pastizales	0.08	0.07	0.19	0.02	0.03	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Uso del suelo</i>										
Cultivos anuales	0.03	0.04	0.09	0.02	0.17	0.65	0.00	0.00	0.00	0.01
Cultivos perennes	0.01	0.01	0.04	0.00	0.03	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Otras coberturas</i>										
Erosión	0.00	0.00	0.07	0.00	0.53	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Sin cobertura en arenas	0.05	0.05	0.08	0.05	0.63	0.04	0.00	0.07	0.03	0.02
Sin cobertura en lavas	0.11	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.09	0.77	0.00
Zona urbana	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.20	0.00	0.00	0.00	0.72

En las otras coberturas, la erosión desapareció, las arenas cedieron más del 90% de su superficie por lo que presentaron una baja probabilidad de permanencia ya que se están incorporando principalmente a los cultivos anuales. Por el contrario, las lavas y la zona urbana mostraron una alta probabilidad de permanecer en la región.

Finalmente, en la región del Tancítaro, aun cuando casi la mitad de la superficie total se encuentra cubierta por bosques, se concentra en dos grandes islas forestales: en la CINSJP y en el PNPT. En el primer caso se tiene un control sobre el uso del recurso y en el parque el bosque se mantiene debido a las restricciones que le imprime el paisaje, en mayor medida, pero también por el decreto que establece el área natural protegida. Esta condición de isla se debe al acelerado crecimiento de la superficie cubierta por los cultivos perennes (principalmente huertas de aguacate), por encima del resto de las coberturas vegetales y usos del suelo. Esto representa una fuerte presión sobre el recurso forestal para su preservación y conservación.

Es evidente que diferentes factores están influyendo en los cambios de cobertura y uso del suelo para las distintas áreas de la región del Tancítaro. Por un lado, factores eminentemente socioeconómicos conducen los cambios tanto en la CINSJP como en el RRT. La diferencia entre los factores para cada área es que los que gobiernan los cambios en la CINSJP son controlados por la misma comunidad indígena mediante planes de manejo. En el caso del RRT los factores que gobiernan el cambio de cobertura y uso del suelo son independientes de la acción social de los habitantes de dicha área dificultando la gestión y planeación ambiental.

Para el PNPT, los factores naturales están jugando un papel primordial en el equilibrio ambiental condicionando el acceso al recurso como primer elemento restrictivo. Sin embargo, también la existencia del decreto del parque ha movilizó a diferentes sectores sociales y políticos que presionan de diversas maneras para evitar la tala clandestina y la expansión de las actividades agrícolas. De esta forma, el PNPT se encuentra condicionado por factores mixtos de índole socioambiental.

CONCLUSIONES

En la CINSJP como en el PNPT hubo una recuperación de los bosques cerrados; en la primera se adicionaron 1,464 hectáreas y en el segundo 3,336 hectáreas, con una alta probabilidad de permanecer como tales, ya que la comunidad se ve favorecida por las restricciones que existen

para aprovechar el recurso forestal de manera individual, mientras que en el parque la inaccesibilidad del terreno, la falta de caminos y las propias que impone el decreto, han sido factores limitantes importantes para que se presente esa condición. En ambos casos disminuyeron las áreas cubiertas con bosque abierto, los arbustos y los pastizales.

En el RRT disminuyó la cubierta forestal de 24,907 ha que se tenían en 1974 a 18,705 hectáreas en 1996. En este caso, se vieron reducidos los bosques cerrados como los abiertos, presentando una mediana probabilidad de permanencia. También es menor la extensión de los pastizales pero aumentaron 2,716 ha más de arbustos.

Tanto en la CINSJP como en el PNPT y el RRT disminuyó la clase de cultivos anuales presentando una moderada a baja probabilidad de permanecer como tales; sin embargo, la clase de cultivos perennes aumentó considerablemente su superficie, y por lo tanto, presenta una alta probabilidad de que sigan desarrollándose en los tres sitios.

En la CINSJP como en el PNPT la tendencia es por un lado, hacia la conservación de la masa forestal, favorecida por el manejo forestal, y por el otro, debido a las restricciones de tipo natural que limitan el acceso al recurso. Pero también han influido las de índole antrópico, debido a la existencia del decreto como área natural protegida; no obstante, en ambos casos esta tendencia se ve amenazada o en riesgo por el acelerado crecimiento de la zona aguacatera.

En términos generales durante los últimos 22 años la región del Tancitaro-San Juan (que incluye a la CINSJP al PNPT y al RRT) ha presentado una disminución de su cobertura vegetal, que se observa principalmente en las clases de bosque abierto, bosque cerrado y pastizales.

En el caso de uso del suelo, la clase cultivos anuales disminuyó más del 50% su superficie pero la de cultivos perennes (principalmente huertas de aguacate) aumentó casi cinco veces su extensión. También hubo una disminución de las clases erosión y sin cobertura en arenas, las lavas se mantuvieron pero aumentó la zona urbana.

BIBLIOGRAFÍA

- Bocco, G. y M. Mendoza 1999. Evaluación de los cambios de la cobertura vegetal y uso del suelo en Michoacán (1975-1995). Lineamientos para la ordenación ecológica de su territorio. Programa SIMORELOS-CONACYT. Informe técnico. Departamento de Ecología de los Recursos Naturales, Instituto de Ecología, UNAM. Campus Morelia, Michoacán, México, 50 pp. más anexos.

- Bocco, G. y H. Riemann 1997. Quality assessment of polygon labeling. *Photogrammetric engineering & remote sensing* vol. 63(4): 393-395.
- Fuentes, J. A. 2000. Evaluación del deterioro en áreas naturales protegidas. Un enfoque geomorfológico. El caso del Parque Nacional Pico de Tancitaro Michoacán. Tesis de Maestría. Facultad de Filosofía y Letras. División de Estudios de Posgrado. UNAM, México, 114 pp. más anexos.
- Gutiérrez, N. P. 1997. Recursos naturales y estrategias campesinas en el centro occidente de Michoacán. Determinantes histórico-regionales y funcionamiento de las unidades productivas en San Isidro, Municipio Nahuatzen. Tesis de Maestría en Ciencias en Desarrollo Rural. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, 217 pp.
- Kummer, D. M. y B. L. Turner II 1994. The human causes of deforestation in Southeast Asia. *BioScience* 44 (5): 323-328.
- López G., E. 1999. Cambio de uso de suelo y crecimiento urbano en la ciudad de Morelia. Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. División de Ciencias y Humanidades. Facultad de Biología. Morelia, Michoacán, 134 pp.
- Pulido S., J. 2001. El sistema productivo tradicional de una comunidad indígena: el caso de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. Tesis de Maestría. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. División de Ciencias y Humanidades. Facultad de Biología. Morelia, Mich.
- Skole, D. L., H. Chomentowski, W. A. Salas y A. D. Nobre 1994. Physical and human dimensions of deforestation in Amazonia. *BioScience* 44, 5: 314-322.
- Torres A. y G. Bocco 1999. Cambio de uso de suelo por cultivo de aguacate en la Meseta Tarasca, Michoacán para los años de 1970 y 1990/92. En: G. Bocco y M. Mendoza. Evaluación de los cambios de la cobertura vegetal y uso del suelo en Michoacán (1975-1995). Lineamientos para la ordenación ecológica de su territorio. Programa SIMORELOS-CONACYT. Informe Técnico. Departamento de Ecología de los Recursos Naturales, Instituto de Ecología, UNAM, Campus Morelia. Michoacán, México, 50 pp.

ONCE

Las aves: riqueza, diversidad y patrones de distribución espacial

Neyra Sosa

INTRODUCCIÓN

Las aves han estado históricamente en contacto directo con la población humana de diversas formas, principalmente por representar un recurso importante para su alimentación. Al ser un grupo de animales atractivo por su plumaje y llamativo canto, han sido también usados comúnmente como mascotas y amuletos. Por sus características, las aves son importantes dentro del esquema de vida humana y por supuesto en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas. Sin embargo, debido a los diversos usos de las especies de aves por parte del ser humano, es un grupo que se ha visto afectado de manera importante.

Indirectamente las actividades antropogénicas han llevado a muchas especies a la extinción o a una severa disminución de sus poblaciones, siendo uno de los principales factores la destrucción y fragmentación de sus ambientes naturales (Opdam *et al.* 1994).

Los efectos de la fragmentación sobre las poblaciones de aves se deben a la alteración de los procesos ecológicos espaciales, como la dispersión y los movimientos a través de los paisajes, y algunas veces se adiciona el efecto de la pérdida de la calidad de hábitat (Saunders *et al.* 1991).

Las aves representan un grupo de amplio interés científico debido a la diversidad de sus formas y a su complicada e interesante conducta. La facilidad para su observación permite que sea uno de los grupos más

ampliamente estudiados y su conocimiento ha permitido la generación de información sobre procesos ecológicos y biogeográficos.

El reconocimiento de las aves es una tarea relativamente fácil, ya que la presencia de plumas y un pico son aspectos básicos y evidentes para su identificación, y aun cuando el vuelo no es exclusivo del grupo, es también una característica que facilita su reconocimiento. Sin embargo, su amplia diversidad es una de las limitantes para su estudio, ya que diferenciar morfológicamente o por cantos a cada especie no es una tarea sencilla.

Su presencia en casi todos los ecosistemas del mundo ha propiciado la evolución de diferentes estrategias de vida que las ha llevado a explorar una amplia gama de recursos alimenticios. Debido a la amplitud en su alimentación son un grupo con funciones importantes en los ecosistemas, desde la polinización (colibríes), depredación y control de plagas (halcones, aguilillas, búhos y lechuzas), eliminación de animales en descomposición (zopilotes y auras) y la dispersión o propagación de semillas, entre otras. Como parte de las cadenas tróficas, las aves representan una fuente alimenticia de otras especies animales, tales como víboras, zorras, zorrillos y felinos de talla pequeña, entre otros.

La capacidad de desplazamiento por amplias zonas y la variedad de recursos que pueden consumir, ha permitido distribuirse en todos los ambientes. Y les ha facilitado también desarrollar habilidades que otros grupos no tienen, específicamente el de la migración. Este fenómeno es importante para la sobrevivencia de un considerable número de especies de aves, debido a que les ha permitido desplazarse en la búsqueda de mejores condiciones en diferentes gradientes ambientales. El movimiento cíclico, origina que el número de especies de aves en un área se modifique en diferentes épocas del año. De esta manera, puede clasificarse a las aves como especies residentes, las que permanecen en un área durante todo el ciclo anual, y las migratorias de corta o larga distancia, las que se desplazan a distancias mayores a lo largo de gradientes latitudinales.

La presencia de las aves está estrechamente relacionada con la condición de los hábitat, ya que muchas especies resultan altamente sensibles a la perturbación, lo cuál las convierte en un grupo indicador de alteración o cambios en los ecosistemas (Wendt 1995) y de gran uso para el diseño de estrategias de conservación de ambientes en todo el mundo.

El uso de grupos funcionales es una práctica común en la búsqueda de respuestas ecológicas de las especies a los efectos de la perturbación de los hábitat. Como una de las primeras respuestas a la perturbación, los recursos se ven alterados en su abundancia y distribución, por lo que

las especies de los diferentes gremios alimenticios pueden presentar reacciones diversas al aumento o disminución de los recursos; las respuestas se manifiestan básicamente en el cambio de sus abundancias.

El uso de hábitat, se define como la preferencia que las especies manifiestan hacia cierto tipo de ambientes y al grado de perturbación. Definir esta preferencia de las especies de aves, nos permite identificar cuales especies están tolerando los cambios en la dinámica espacial y temporal de los bosques locales, así como las especies que necesariamente requieren de las mejores condiciones del bosque para su sobrevivencia (Hutto 1980).

Al analizar la importancia que las aves tienen como grupo, las funciones que realizan en los ecosistemas, podemos destacar la relevancia de su estudio y conservación. Asimismo, debido a que muchas de las especies migratorias que vienen a México a pasar el invierno, provienen de Canadá y Estados Unidos de América, estos países se han interesado en la conservación de especies de aves y sus hábitat naturales en las áreas de invernación.

En el estado de Michoacán la riqueza avifaunística es de 492 especies (Villaseñor y Villaseñor 1994), lo cual representa el 49% de las 1,026 especies registradas para México (726 residentes y 257 migratorias); Michoacán es el quinto estado con mayor riqueza de especies de aves (Villaseñor y Villaseñor 1994) y es también uno de los estados en donde el trabajo ornitológico se ha desarrollado de manera importante, habiéndose muestreado más del 90% de los municipios. Lo anterior, comprueba que el estudio de las aves representa un reto importante, debido que al ser un grupo clave en los ecosistemas, indicador y relativamente bien conocido, puede considerarse la vía de conservación de otras especies de plantas y animales. La finalidad de este capítulo fue determinar la riqueza de especies de aves en la zona, su diversidad y distribución local de acuerdo con el uso de hábitat.

EL CONOCIMIENTO DE LA AVIFAUNA DEL ÁREA

Las investigaciones ornitológicas en la Meseta Tarasca y de manera específica en zonas aledañas a la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, se remontan a finales del siglo XIX, cuando Nelson y Goldman visitaron la región de Tancitaro y Uruapan donde registraron 89 especies de aves en el área (Goldman 1951). En años subsecuentes a la erupción del volcán Parícutín, Burt (1961) reportó la presencia de 94 especies de aves en la región del volcán Parícutín y sus alrededores. Como

parte del análisis del transecto altitudinal Tancítaro, Villalón (1990) reporta en su trabajo la presencia de 269 especies de aves. Cabe destacar, que el alto número de especies registradas en este estudio se debe al gradiente de tipos de vegetación muestreados, que van desde bosques templados hasta el bosque tropical caducifolio. Posteriormente, Salas (1992) reporta 77 especies de aves para la región de Nuevo San Juan.

MÉTODOS

El inventario avifaunístico de Nuevo San Juan Parangaricutiro se realizó en un periodo de muestreo de un año a fin de cubrir el ciclo anual de las aves. Se realizaron dos visitas con el fin de abarcar a las especies migratorias (septiembre a marzo) y dos para cubrir la época durante la cual las especies residentes se reproducen (marzo-agosto). Se utilizó la técnica de conteo por puntos de radio fijo (Hutto *et al.* 1986), la cual consiste en realizar observaciones en transectos de dos km de longitud. El transecto se ubicó en el hábitat a muestrear y en el se realizaron diez puntos de conteo durante 10 minutos cada uno. Se registraron todas las especies de aves observadas y escuchadas durante el tiempo considerado. Se recopiló información bibliográfica para determinar la estacionalidad (Howell y Webb 1995) y el gremio alimenticio (De Graff *et al.* 1985) en el cual se ubicaba cada especie. El muestreo de aves se realizó en siete parches de vegetación, los cuales fueron seleccionados para llevar a cabo el estudio de las comunidades de plantas, aves y mamíferos dentro del proyecto general, y cuyas características serán descritas más adelante en este capítulo.

Para describir la estructura y composición de la vegetación en los sitios muestreados, se definieron tipos fisonómicos, caracterizados por la presencia de ciertas especies de plantas dominantes y coberturas específicas de acuerdo con las condiciones del sitio. Este muestreo se llevó a cabo a través de levantamientos de la vegetación (relevés), en los que se tomaron datos de cobertura, entre otros atributos.

RESULTADOS

Riqueza de especies

A partir de los 266 puntos de conteo en los siete sitios muestreados se obtuvo una lista de 101 especies de aves, pertenecientes a 35 familias, lo cual corresponde al 20.5% del total de las especies reportadas por

Villaseñor y Villaseñor (1994) para el estado de Michoacán (anexo 1). Las familias que presentaron el mayor número de especies fueron la Emberizidae (rascadores, semilleros y gorriones) con 13 especies y la familia Parulidae (chipes), con 12 especies. Diez de las especies registradas son especies endémicas al Sistema Volcánico Transversal.

Se detectaron dos especies que se encuentran en la parte marginal de su distribución, y se consideran registros raros para la zona: (a) el carpintero aliblanco obscuro (*Sphyrapicus thyroideus*), especie migratoria que no se había registrado para el área de estudio y, (b) el junco ojioscuro (*Junco hyemalis*), especie migratoria transitoria en el estado de Michoacán (Howell y Webb 1995), que no es reportada por Villaseñor y Villaseñor (1994) para el estado.

Las cinco especies de aves más comunes en el área fueron: *Myioborus miniatus* (Chipe de montaña), *Peucedramus taeniatus* (Ocotero enmascarado), *Empidonax occidentalis* (Mosquero barranqueño), *Junco phaeonotus* (Junco ojo de lumbre) y *Carpodacus mexicanus* (Gorrión mexicano). Una especie importante en el área es la Gallina de monte coluda (*Dendrortyx macroura*), especie de la cual se tuvieron registros esporádicos ya que no es muy común en la región. Se trata de una especie endémica del centro de México y que se encuentra sujeta a protección especial de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL-059-1994), que determina las especies de flora y fauna con alguna categoría de riesgo.

La riqueza de especies de aves en la región de Nuevo San Juan es considerablemente alta, tomando en cuenta que los bosques de la zona se encuentran en estado de sucesión después de la perturbación natural originada por la erupción del volcán Parícutín. Las comunidades animales, incluyendo a las aves, están también en un proceso de cambio como resultado de la sucesión vegetal debida al aprovechamiento continuo de los recursos forestales del área. Sin embargo, la ausencia de ciertas especies características de bosques templados, nos pueden indicar que el manejo de los recursos en Nuevo San Juan puede tener importantes implicaciones para la conservación de la diversidad en el área.

De las 101 especies de aves registradas en Nuevo San Juan, 77 de ellas son especies residentes del área (anexo 2), lo que implica que permanecen en el sitio durante todo el año y hacen uso de los recursos para llevar a cabo procesos biológicos importantes como la reproducción. Veintidós especies son migratorias, viajan de Canadá y EE.UU. durante el invierno a México y Centroamérica en busca de condiciones ambientales

adecuadas y recursos alimenticios para soportar las inclemencias de esa época del año. Este grupo de especies puede pasar en nuestro país y específicamente en la región más de seis meses y regresar a sus zonas de anidación para reproducirse en la primavera. Se registraron también dos especies en la categoría de residentes de verano, las que viajan durante la primavera de Sudamérica hacia el norte para reproducirse. La avifauna de Nuevo San Juan está compuesta en 78% de especies residentes y 22% de especies migratorias. Se han reportado alrededor de 20% de especies migratorias para otros bosques de tierras altas en el oeste de México, lo cual indica que la comunidad de Nuevo San Juan tiene una interesante proporción de especies migratorias, un poco por arriba de lo que se reporta para otras regiones similares.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL-059-1994), se encontró que una de las especies detectadas en Nuevo San Juan se encuentra amenazada, el búho carnudo (*Bubo virginianus*), cuatro sujetas a protección especial y una se encuentra en peligro de extinción. De las especies sujetas a protección especial, *Dendrortyx macroura* es la especie más sensible y que localmente parece ser poco abundante. La especie que resalta por estar en peligro de extinción es el *Junco hyemalis*, de la cual no se podría hacer ningún balance con los resultados de este estudio debido a que sus detecciones fueron muy pocas.

DISCUSIÓN

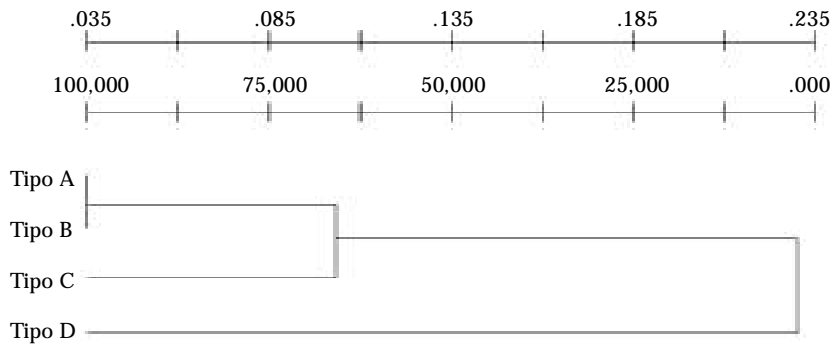
VEGETACIÓN DE LOS SITIOS MUESTREADOS

Se caracterizó la presencia de cuatro tipos fisonómicos de comunidades vegetales en las unidades muestreadas. El tipo fisonómico A, que se caracteriza por la presencia de las asociaciones de *Abies religiosa* (*Asplenium castaneum* y *Carpinus carolineana*), *Asplenium praemorsum*, es encontrado en cañadas húmedas y en zonas frías y templadas. El tipo fisonómico B presenta la asociación de *Abies religiosa* (*Galium mexicanum*), y se le encuentra en laderas de las zonas frías y templadas. Las asociaciones de *Pinus pseudostrobus*, (*Ternstroemia pringlei* y *Pinus leiophylla*), *Piptochaetium virescens* caracterizan al tipo fisonómico C, y representan la mayor parte de los bosques del área que son explotados forestalmente. Finalmente, el tipo fisonómico D con la asociación de *Pinus montezumae*, (*Cestrum nitidum*), se presenta también en zonas boscosas explotadas.

DIVERSIDAD DE AVES EN TIPOS FISONÓMICOS

La riqueza de las especies es muy similar entre los tipos fisonómicos, oscilando entre las 60 y 72 especies de aves. En relación con la diversidad, calculada a través del índice de Shannon, muestra que las comunidades de aves en los sitios es muy semejante. Sin embargo, al realizar un análisis de agrupamiento de especies a través de un cluster (figura 1), se observa que la diversidad de aves en los sitios que presentan los tipos fisonómicos C y D son sustancialmente diferentes del resto de los sitios. Se observa también que los tipos fisonómicos de sitios con aprovechamiento forestal (A y B), son parecidos casi en 100% en la composición de su avifauna. Esta similitud se debe básicamente a que los sitios con tipos fisonómicos A y B tienen características de composición y estructura de la vegetación muy similar así como el efecto de las actividades forestales.

FIGURA 1. ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO DE LA RIQUEZA DE ESPECIES DE AVES POR TIPO FISONÓMICO EN LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO



DISTRIBUCIÓN LOCAL Y USO DE HÁBITAT

De acuerdo con las preferencias de uso de hábitat de las especies, 44 de las especies de aves detectadas prefieren hábitat no perturbados; 11 se

ven favorecidas por los ambientes perturbados y la mayoría de las especies (46%), no tienen preferencia específica por ambientes particulares. Con base en la definición de tipos fisonómicos de la vegetación, existen especies que claramente muestran preferencia por cierto tipo de ambientes. El bolsero tunero (*Icterus parisorum*), es una especie que se detectó exclusivamente en laderas húmedas, relativamente conservadas. El chipe de coronilla (*Vermivora ruficapilla*), es la única especie detectada exclusivamente en ambientes manejados. El cernícalo americano (*Falco sparverius*) es una de las especies que se observó exclusivamente en sitios conservados o relativamente en buen estado.

Al relacionar la estacionalidad de las especies con su preferencia de hábitat, se observó que la mayoría de las especies residentes tienden a usar hábitat no perturbados o al de ambos (perturbados y no perturbados); únicamente seis especies residentes fueron detectadas usando hábitat con disturbio. Por otro lado, las especies migratorias mostraron un patrón diferente de uso de hábitat con respecto a las residentes. De las 22 especies migratorias, únicamente tres prefieren hábitat no perturbados y diez usan indistintamente hábitat perturbados y no perturbados. Estos resultados coinciden con lo encontrado en otras investigaciones, en el sentido de que las especies migratorias tienden a ocupar preferentemente hábitat perturbados y es en estos sitios donde se les registra con las más altas densidades (Hutto 1980, Torres 2001). Sin embargo, existen también algunas especies migratorias con tendencia a ser especialistas de hábitat conservados, especies que se vieron afectadas en forma negativa con la perturbación de su hábitat.

GRUPOS FUNCIONALES

Al clasificar las especies de aves de Nuevo San Juan en gremios alimenticios, se reconocieron nueve gremios, de los cuales el que presentó el mayor número de especies fue el de los omnívoros con 27 especies (cuadro 1). Debido a las limitantes del método empleado para el muestreo de aves (anexo 1), resulta interesante observar la detección de ocho especies de aves carnívoras. Por otro lado, en ambientes templados como el de Nuevo San Juan, la riqueza y diversidad de especies de rapaces (águilas, gavilanes, halcones), búhos y tecolotes generalmente es baja. Sosa (2002) reporta únicamente cinco especies de aves carnívoras para la región de Coalcomán, Michoacán, región con ambientes similares a los de Nuevo San Juan y con una riqueza de especies de aves mayor (110 especies).

CUADRO 1. NÚMERO DE ESPECIES DE AVES POR GREMIO ALIMENTICIO

GREMIOS ALIMENTICIOS	NO. DE ESPECIES
Carnívoros	8
Granívoros	13
Nectarívoros	7
Frugívoros	6
Omnívoros	27
Insectívoros terrestres	5
Insectívoros aéreos	15
Insectívoros de tronco	6
Insectívoros de dosel	14

Un aspecto importante es la baja diversidad de especies insectívoras, ya que generalmente este grupo presenta una mayor riqueza. La ausencia de este tipo de especies puede deberse principalmente al intenso manejo del bosque, ya que en varias investigaciones se ha reportado que los insectívoros son el grupo de especies que se ve más afectado por el manejo del bosque (Johns 1992).

CONSERVACIÓN DE AVES EN NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

Después de haber conocido los aspectos generales de la biología de las aves, su riqueza, diversidad y distribución en Nuevo San Juan Parangaricutiro, es importante resaltar algunas consideraciones para su conservación. La primera de ellas, evidentemente es el alto número de especies que han sido detectadas en el área, así como la importancia que estas revisten para el mantenimiento de las cadenas tróficas y los procesos ecológicos y evolutivos de la región. Comparando esta riqueza de especies de aves con trabajos similares en bosques templados del estado es cuando se puede evidenciar la singular importancia del área. Salas (1992), detectó para toda la Sierra Tarasca 150 especies de aves; Orduña y colaboradores registraron para el Campo Experimental Forestal "Barranca de Cupatitzio", 68 especies y en trabajos más recientes Sosa (2002) reportó para la Sierra de Coalcomán la presencia de 110 especies.

Los bosques de Nuevo San Juan, están albergando diferentes especies de aves, entre ellas aquellas que la NOM-ECOL-059-1994 ubica en cierta categoría de riesgo, que aún cuando localmente pueden ser estables, estas poblaciones representarían en un futuro cercano la fuente de individuos y de variabilidad genética para las poblaciones de otros bosques en donde las poblaciones estén deterioradas. Sin embargo, aun cuando la diversidad de aves en el área es relativamente alta, se encuentran ausentes especies que históricamente se registraron en esos bosques.

El carpintero imperial (*Campephilus imperialis*), especie que habitaba bosques de coníferas en buen estado de conservación, fue registrado en el siglo pasado en los bosques de la Meseta Tarasca, y en la actualidad se considera como una especie extinta. La Cotorra serrana (*Rynchopsitta pachyrhyncha*), es una especie migratoria distribuida en bosques templados, considerada por la norma oficial como una especie en peligro de extinción y de la cual se tienen registros para el área. Ninguna de las dos especies fue registrada durante este trabajo; una posibilidad es que no se hayan detectado en el poco tiempo de muestreo y de la restricción a algunos sitios representativos para esta investigación y en el peor de los escenarios, cabe la posibilidad de que hayan sido extirpadas localmente. De ser así, la razón principal sería el estado de conservación de los bosques, como estas dos especies podrían haber existido otras que nunca fueron registradas y que en la actualidad ya no existan más; como algunas especies que usan cavidades de árboles viejos, muertos en pie o tocones para construir sus nidos; debido al aprovechamiento forestal los árboles de mayor edad son los primeros que se derriban, por lo que las especies de aves dependientes de ellos no encuentran este recurso y tienden a desaparecer.

A nivel local las comunidades de aves en Nuevo San Juan Parangaricutiro, presentan una distribución que depende principalmente del uso que hacen de los hábitat existentes en la región, como resultado del impacto de la erupción del volcán Paricutín en 1943 y de las actividades productivas (principalmente forestal y agrícola) desarrolladas y administradas por la comunidad local

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debe resaltarse la importancia de la preservación de los bosques de la CINSJP a nivel regional para garantizar la presencia de especies de plantas y animales, para evitar que corran con la suerte de otras que por el mal manejo del bosque no lograron soportar los cambios y desaparecie-

ron localmente (*i.e. Campephilus imperialis*). Desafortunadamente pocas comunidades a nivel regional están haciendo un manejo planificado de los recursos forestales, por lo que existen solo algunos remanentes de arbolado en pie y en condiciones óptimas que garanticen la permanencia del bosque a mediano y largo plazo. No obstante, con el manejo actual del bosque en la CINSJP, debe ponerse atención en aspectos que garanticen la calidad del mismo, de tal manera que permitan el desarrollo adecuado de especies de plantas y animales. Algunos de los aspectos que deben cuidarse en el manejo del bosque son la selección de árboles, la adecuada recuperación del bosque después del aprovechamiento, la correcta aplicación de los métodos silvícolas, el mantenimiento de cierto grado de heterogeneidad ambiental, entre otros. No debe olvidarse, que los bosques de la comunidad de Nuevo San Juan por si solos no podrán mantener la diversidad y riqueza de especies de la zona, por lo que el adecuado manejo y conservación de los bosques de comunidades aledañas juega un importante papel en la conservación de la diversidad biológica a nivel regional.

BIBLIOGRAFÍA

- American Ornithologists Union 1997. *Checklist of North American Birds*. Séptima edición. Kansas, EE.UU.
- Burt, W.H. 1961. Some effects of the Volcan Paricutin on vertebrates. *Occas. Pap. Mus. Zool. Univ. Michigan* 620: 1-24.
- De Graff, R.M., N.G. Tilchman y S.H. Anderson 1985. Foraging guilds of North American Birds. *Environmental Management* 9(6): 493-536.
- Goldman, E.A. 1951. *Biological Investigations in Mexico*. Smith. Institution 115: 245 pp.
- Howell, S.N.G. y S. Webb 1995. *A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press, New York, 851 pp.
- Hutto, R. L. 1980. Winter habitat distribution of migratory land birds in Western Mexico, with special reference to small foliage-gleaning insectivores. En: A. Keast y E.S. Morton (eds.). *Migrant birds in the neotropics*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. EE.UU. pp. 181-203.
- Hutto, R. L., S.M. Pletschet y P. Hendricks 1986. A fixed-radius point count method for nonbreeding and breeding season use. *The Auk* 3: 593:602.
- Johns, A.D. 1992. Vertebrate responses to selective logging: implications for design of logging systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 335: 437-442.

- NOM-ECOL-059-1994. Norma Oficial Mexicana que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres, terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*. Lunes 16 de Mayo de 1994. Tomo CDLXXXVIII (10):2-60.
- Opdam, P., R. Foppen, R. Reijnen y A. Schotman 1994. Landscape ecological approach in bird conservation: integrating the metapopulations concept in to spatial planning. *Ibis* 137:139-146.
- Ordóñez, D.M.J. y O. Flores-Villela 1995. *Áreas naturales protegidas*. Serie de Cuadernos de Conservación 4, 43 pp.
- Salas P., M. A. 1992. Efecto de las técnicas silvícolas sobre las comunidades de aves silvestres. Memorias de la V Reunión Científica Forestal y Agropecuaria. CIPAC, INIFAP y SARH. Morelia, México.
- Saunders, D.A., R. J. Hobbs y C.R. Margules 1991. Biological consequences of ecosystems fragmentations: a review. *Conservation Biology* 5:18-32.
- Sosa G., N. 2002 Efectos de la tala selectiva en las comunidades de aves de la Sierra de Coalcomán, Michoacán, México. Tesis Profesional para obtener el grado de Maestría. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 79 pp.
- Torres V., F. J. 2001. Diversidad de aves en parches de bosque templado de la Sierra de Coalcomán, Michoacán, México. Tesis para obtener el grado de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 58 pp.
- Villalón C., R. M. 1990. Análisis altitudinal de la avifauna del transecto Tancítaro-Parácuaro, México. Tesis Profesional. Escuela de Biología, UMSNH. 41 pp. más cuadros y figuras.
- Villaseñor G., L. E. y J. F. Villaseñor Gómez 1994. Especies y subespecies de aves del estado de Michoacán, México. *Revista Biológicas Facultad de Biología*, UMSNH 2: 67-91.
- Wendt, J.S. 1995. Birds as component of biological diversity in Mexico and Canada. En *Memorias del Simposio-Taller: Conservación de las Aves Migratorias Neotropicales en México*. México, pp. 37-41.

ANEXO 1. LISTA TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES DE AVES
DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN
PARANGARICUTIRO, MICHOACÁN

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	<i>Aura cabecirroja</i>
Accipitridae	<i>Accipiter cooperi</i>	<i>Gavilán de Cooper</i>
	<i>Buteo brachyurus</i>	<i>Aguililla cola corta</i>
	<i>Buteo jamaicensis</i>	<i>Aguila cola roja</i>
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	<i>Cernícalo americano</i>
Phasianidae	<i>Dendrortyx macroura</i>	<i>Codorniz-coluda neovolcánica</i>
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	<i>Tórtola cola larga</i>
	<i>Leptotila verreauxi</i>	<i>Paloma arroyera</i>
Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	<i>Correcaminos tropical</i>
	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	<i>Garrapatero pijuy</i>
Strigidae	<i>Otus trichopsis</i>	<i>Tecolote rítmico</i>
	<i>Bubo virginianus</i>	<i>Búho cornudo</i>
	<i>Glaucidium brasilianum</i>	<i>Tecolote bajoño</i>
Caprimulgidae	<i>Caprimulgus vociferus</i>	<i>Tapacamino-cuerporruín norteño</i>
Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	<i>Vencejo de Vaux</i>
Trochilidae	<i>Cynanthus latirostris</i>	<i>Colibrí pico ancho</i>
	<i>Hylocharis leucotis</i>	<i>Zafiro oreja blanca</i>
	<i>Amazilia beryllina</i>	<i>Colibrí berilo</i>
	<i>Lampornis amethystinus</i>	<i>Colibrí garganta amatista</i>
	<i>Lampornis clemenciae</i>	<i>Colibrí garganta azul</i>
	<i>Selasphorus platycercus</i>	<i>Zumbador cola ancha</i>
Trogonidae	<i>Selasphorus rufus</i>	<i>Zumbador rufo</i>
	<i>Trogon mexicanus</i>	<i>Trogón mexicano</i>
Picidae	<i>Sphyrapicus thyroideus</i>	<i>Chupasavia oscuro</i>
	<i>Picooides scalaris</i>	<i>Carpintero mexicano</i>
	<i>Picooides villosus</i>	<i>Carpintero velloso-mayor</i>

(Continúa)

ANEXO 1. LISTA TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES DE AVES
DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUÁN
PARANGARICUTIRO, MICHOACÁN

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
	<i>Colaptes auratus</i>	<i>Carpintero de pechera</i>
Dendrocolaptidae	<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	<i>Trepatroncos escarchado</i>
Tyrannidae	<i>Camptostoma imberbe</i>	<i>Mosquero lampiño</i>
	<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	<i>Mosquero copetón</i>
	<i>Contopus pertinax</i>	<i>Pibí tengo frío</i>
	<i>Empidonax minimus</i>	<i>Mosquero mínimo</i>
	<i>Empidonax occidentalis</i>	<i>Mosquero barranqueño</i>
	<i>Empidonax fulvifrons</i>	<i>Mosquero pecho leonado</i>
	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	<i>Papamoscas triste</i>
	<i>Tyrannus vociferans</i>	<i>Tirano gritón</i>
Vireonidae	<i>Vireo huttoni</i>	<i>Vireo reyezuelo</i>
	<i>Vireo gilvus</i>	<i>Vireo gorjeador</i>
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	<i>Golondrina ala aserrada</i>
	<i>Hirundo pyrrhonota</i>	<i>Golondrina risquera</i>
	<i>Hirundo rustica</i>	<i>Golondrina tijereta</i>
Corvidae	<i>Cyanocitta stelleri</i>	<i>Chara crestada</i>
	<i>Aphelocoma ultramarina</i>	<i>Chara pecho gris</i>
	<i>Corvus corax</i>	<i>Cuervo común</i>
Paridae	<i>Poecile sclateri</i>	<i>Carbonero mexicano</i>
Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	<i>Sastrecillo</i>
Sittidae	<i>Sitta carolinensis</i>	<i>Sita pecho blanco</i>
Certhidae	<i>Certhia americana</i>	<i>Trepador mexicano</i>
Troglodytidae	<i>Catherpes mexicanus</i>	<i>Chivirín barranqueño</i>
	<i>Thryomanes bewickii</i>	<i>Chivirín cola oscura</i>
	<i>Troglodytes aedon</i>	<i>Chivirín saltapared</i>
Regulidae	<i>Regulus satrapa</i>	<i>Reyezuelo de oro</i>
	<i>Regulus calendula</i>	<i>Reyezuelo de rojo</i>
	<i>Polioptila caerulea</i>	<i>Perlita azulgris</i>
Turdidae	<i>Sialia sialis</i>	<i>Azulejo garganta canela</i>
	<i>Sialia mexicana</i>	<i>Azulejo garganta azul</i>

(Continúa)

ANEXO 1. LISTA TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES DE AVES
DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUÁN
PARANGARICUTIRO, MICHOACÁN

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
	<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero
	<i>Catharus aurantiirostris</i>	Zorzal pico naranja
	<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal mexicano
	<i>Catharus guttatus</i>	Zorzalito colirrufo
	<i>Turdus assimilis</i>	Mirlo garganta blanca
	<i>Turdus rufopalliatus</i>	Mirlo dorso rufo
	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera
Bombycillidae	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Ampelis chinito
Mimidae	<i>Melanotis caerulescens</i>	Mulato azul
Ptilonotidae	<i>Ptylogonis cinereus</i>	Capulnero gris
Peucedramidae	<i>Peucedramus taeniatus</i>	Ocotoero enmascarado
Parulidae	<i>Vermivora ruficapilla</i>	Chipe de coronilla
	<i>Parula superciliosa</i>	Parula ceja blanca
	<i>Dendroica coronata</i>	Chipe coronado
	<i>Dendroica townsendi</i>	Chipe negroamarillo
	<i>Dendroica occidentalis</i>	Chipe cabeza amarilla
	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador
	<i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe corona negra
	<i>Cardellina rubrifrons</i>	Chipe cara roja
	<i>Ergaticus ruber</i>	Chipe rojo
	<i>Myioborus pictus</i>	Chipe ala blanca
	<i>Myioborus miniatus</i>	Chipe de montaña
	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra rufa
Tharupidae	<i>Piranga flava</i>	Tángara encinera
	<i>Piranga ludoviciana</i>	Tángara capucha roja
	<i>Spermagra erythrocephala</i>	Tángara cabeza roja
Emberizidae	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar
	<i>Atlapetes pileatus</i>	Atlapetes gorra rufa
	<i>Pipilo ocai maculatus</i>	Toquí de collar
	<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	Toquí pinto

(Continúa)

ANEXO 1. LISTA TAXONÓMICA DE LAS ESPECIES DE AVES
DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUÁN
PARANGARICUTIRO, MICHOACÁN

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
	<i>Pipilo fuscus</i>	Toquí pardo
	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador
	<i>Aimophila ruficauda</i>	Zacatonero corona rayada
	<i>Spizella passerina</i>	Gorrión ceja blanca
	<i>Chondestes grammacus</i>	Gorrión arlequín
	<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor
	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco ojo de lumbre
	<i>Junco hyemalis</i>	Junco ojo oscuro
	<i>Molothrus ater</i>	Tordo cabeza café
Cardinalidae	<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Pico gordo tigrillo
Icteridae	<i>Icterus parisorum</i>	Bolsero tunero
	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de Baltimore
Fringillidae	<i>Carpodacus mexicanus</i>	Pinzón mexicano
	<i>Carduelis pinus</i>	Jilguero pinero
	<i>Carduelis psaltria</i>	Jilguero dominico

ANEXO 2. ESTACIONALIDAD, USO DE HÁBITAT, GREMIO ALIMENTICIO Y CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-ECOL-059 DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO, MICHOACÁN

ESPECIE	ESTACIONALIDAD	USO DE HÁBITAT	GREMIO ALIMENTICIO	NOM-ECOL 059
<i>Cathartes aura</i>	R	3	CA	
<i>Accipiter cooperi</i>	R	3	CA	Sujeta a protección especial
<i>Buteo brachyurus</i>	R	3	CA	
<i>Buteo jamaicensis</i>	R	3	CA	
<i>Falco sparverius</i>	M	3	CA	
<i>Dendrortyx macroura</i>	R	1	GR	Sujeta a protección especial
<i>Columbina inca</i>	R	3	GR	
<i>Leptotila verreauxi</i>	R	3	GR	
<i>Geococcyx velox</i>	R	3	CA	
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	R	3	INT	
<i>Otus trichopsis</i>	R	1	INT	
<i>Bubo virginianus</i>	R	1	CA	Amenazada
<i>Glaucidium brasilianum</i>	R	1	CA	
<i>Caprimulgus vociferus</i>	R	3	INA	
<i>Chaetura vauxi</i>	R	3	INA	
<i>Cynanthus latirostris</i>	R*	3	NE	
<i>Hylocharis leucotis</i>	R	1	NE	
<i>Amazilia beryllina</i>	R	3	NE	
<i>Lampornis amethystinus</i>	R	1	NE	
<i>Lampornis clemenciae</i>	R	1	NE	
<i>Selasphorus platycercus</i>	M/RV	1	NE	
<i>Selasphorus rufus</i>	M	3	NE	
<i>Trogon mexicanus</i>	R	1	FRU	
<i>Sphyrapicus thyroideus</i>	M	1	OM	
<i>Picooides scalaris</i>	R	1	INTR	
<i>Picooides villosus</i>	R	1	INTR	
<i>Colaptes auratus</i>	R	1	OM	(Continúa)

ANEXO 2. ESTACIONALIDAD, USO DE HÁBITAT, GREMIO ALIMENTICIO Y CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-ECOL-059 DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO, MICHOACÁN

ESPECIE	ESTACIONALIDAD	USO DE HÁBITAT	GREMIO ALIMENTICIO	NOM-ECOL 059
<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	R	1	INTR	
<i>Camptostoma imberbe</i>	R	1	IND	
<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	R	1	INA	
<i>Contopus pertinax</i>	R	3	INA	
<i>Empidonax minimus</i>	M	3	INA	
<i>Empidonax occidentalis</i>	R	1	INA	
<i>Empidonax fulvifrons</i>	R	1	INA	
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	R	3	INA	
<i>Tyrannus vociferans</i>	R	3	INA	
<i>Vireo huttoni</i>	R	3	IND	
<i>Vireo gilvus</i>	M	3	IND	
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	R	2	INA	
<i>Hirundo pyrrhonota</i>	RV	3	INA	
<i>Hirundo rustica</i>	RV	2	INA	
<i>Cyanocitta stelleri</i>	R*	1	OM	
<i>Aphelocoma ultramarina</i>	R	1	OM	
<i>Corvus corax</i>	R	3	OM	
<i>Poecile sclateri</i>	R*	1	OM	
<i>Psaltriparus minimus</i>	R	3	OM	
<i>Sitta carolinensis</i>	R	1	GR	
<i>Certhia americana</i>	R	1	INTR	
<i>Catherpes mexicanus</i>	R*	3	INT	
<i>Thryomanes bewickii</i>	R*	3	INT	
<i>Troglodytes aedon</i>	R	3	INT	
<i>Regulus satrapa</i>	R*	1	IND	
<i>Regulus calendula</i>	M	1	IND	
<i>Polioptila caerulea</i>	M	3	IND	
<i>Sialia sialis</i>	R	1	OM	
<i>Sialia mexicana</i>	R	1	OM	(Continúa)

ANEXO 2. ESTACIONALIDAD, USO DE HÁBITAT, GREMIO ALIMENTICIO Y CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-ECOL-059 DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO, MICHOACÁN

ESPECIE	ESTACIONALIDAD	Uso DE HÁBITAT	GREMIO ALIMENTICIO	NOM-ECOL 059
<i>Myadestes occidentalis</i>	R	1	OM	Sujeta a protección especial
<i>Catharus aurantiirostris</i>	R	3	FRU	
<i>Catharus occidentalis</i>	R	1	FRU	
<i>Catharus guttatus</i>	M	1	OM	
<i>Turdus assimilis</i>	R	1	FRU	
<i>Turdus rufopalliatu</i>	R	1	FRU	
<i>Turdus migratorius</i>	R	3	OM	
<i>Bombycilla cedrorum</i>	M	3	INA	
<i>Melanotis caerulescens</i>	R	3	OM	Sujeta a protección especial
<i>Ptylogonis cinereus</i>	R*	3	FRU	
<i>Peucedramus taeniatus</i>	R	3	IND	
<i>Vermivora ruficapilla</i>	M	3	IND	
<i>Parula superciliosa</i>	R	1	IND	
<i>Dendroica coronata</i>	M	3	OM	
<i>Dendroica townsendi</i>	M	1	IND	
<i>Dendroica occidentalis</i>	M	1	OM	
<i>Mniotilta varia</i>	M	2	INTR	
<i>Wilsonia pusilla</i>	M	3	INA	
<i>Cardellina rubrifrons</i>	R	1	IND	
<i>Ergaticus ruber</i>	R*	1	INTR	
<i>Myioborus pictus</i>	R	1	IND	
<i>Myioborus miniatus</i>	R	1	INA	
<i>Basileuterus rufifrons</i>	R	3	IND	
<i>Piranga flava</i>	R	1	IND	
<i>Piranga ludoviciana</i>	M	3	OM	
<i>Spermagra erythrocephala</i>	R	1	OM	
<i>Sporophila torqueola</i>	R	2	GR	(Continúa)

ANEXO 2. ESTACIONALIDAD, USO DE HÁBITAT, GREMIO ALIMENTICIO Y CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-ECOL-059 DE LAS ESPECIES REGISTRADAS EN LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO, MICHOACÁN

ESPECIE	ESTACIONALIDAD	USO DE HÁBITAT	GREMIO ALIMENTICIO	NOM-ECOL 059
<i>Atlapetes pileatus</i>	R	3	OM	
<i>Pipilo ocai maculatus</i>	R	3	OM	
<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	R	1	OM	
<i>Pipilo fuscus</i>	R*	3	OM	
<i>Volatinia jacarina</i>	R	2	GR	
<i>Aimophila ruficauda</i>	R*	3	GR	
<i>Spizella passerina</i>	M	3	GR	
<i>Chondestes grammacus</i>	M	2	GR	
<i>Melospiza melodia</i>	R	2	OM	
<i>Junco phaeonotus</i>	R	3	OM	
<i>Junco hyemalis</i>	M	2	GR	En peligro de extinción
<i>Molothrus ater</i>	R	2	OM	
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	R	3	GR	
<i>Icterus parisorum</i>	R	1	OM	
<i>Icterus galbula</i>	R	3	OM	
<i>Carpodacus mexicanus</i>	R	3	GR	
<i>Carduelis pinus</i>	R	2	OM	
<i>Carduelis psaltria</i>	R	2	GR	

Estacionalidad: R=residente; M=migratoria; RV=residente de verano.

*: Especies endémicas al Sistema volcánico transversal.

Uso de hábitat: 1=no perturbado; 2=perturbado; 3=uso de ambos hábitat.

Gremios alimenticios: CA=carnívoro; GR=granívoro; NE=nectarívoro; FRU=frugívoro; OM=omnívoro; INT=insectívoro terrestre; INA=insectívoro aéreo; INTR=insectívoro de troncos; IND=insectívoro de dosel.

DOCE

Riqueza, diversidad y patrones de distribución espacial de los mamíferos

Alejandro Torres, Alejandro Velázquez y Jaime Lobato

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de tierra para cubrir las necesidades de alimentación y de obtención de los productos forestales, aunadas a los efectos del crecimiento poblacional han sido factores importantes en la alteración de los ambientes templados en nuestro país. Esto ha provocado una disminución importante en las masas forestales, un cambio en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y en la mayoría de los casos su fragmentación.

El proceso de la fragmentación o interrupción de hábitat puede producir consecuencias negativas dependiendo de la intensidad de la perturbación y del grado de aislamiento a que se someten los remanentes de vegetación. Así, podemos encontrar desde fragmentos que se presentan como manchones de vegetación natural rodeados por campos agrícolas, plantaciones y/o desarrollos urbanos, hasta los de menor intensidad, en donde se observa un mosaico de paisajes con diferentes grados de alteración (Harris 1984).

Con la fragmentación se interrumpen o se alteran procesos biológicos de importancia para la continuidad de la evolución de los ambientes naturales, ya que por un lado, se presenta una modificación y reducción de los hábitat naturales y, consecuentemente, una modificación del paisaje; y por otro, se experimenta una pérdida de la diversidad biológica regional (Diamond 1975, Harris 1984).

En años recientes los trabajos sobre fragmentación han mostrado que cada porción es el resultado de una historia única, como consecuencia del proceso de la fragmentación y de la propia dinámica del fragmento. Esto provoca que cada porción de bosque e incluso cada fragmento adquiera características particulares en cuanto a sus procesos de extinción local y a sus cambios en lo que corresponde a la composición y abundancia de las especies, lo que da como resultado diferencias en la heterogeneidad ambiental de cada sitio y por lo tanto diferencias en las calidades de hábitat, en donde las poblaciones de las diferentes especies se están moviendo de un parche a otro utilizando los recursos que le brinda cada uno de estos.

La fauna silvestre, en particular los mamíferos, presentan diferentes niveles de sensibilidad a la alteración que dependen de sus requerimientos de espacio, de sus necesidades de alimentación y de su comportamiento. Es por esta razón que el estudio de las diferentes especies de mamíferos asociados a ambientes alterados y fragmentados pueden ser indicativos de los efectos de las diferentes perturbaciones en un sitio, ya que la vulnerabilidad de las especies a estos disturbios será diferente para cada especie, dado que su historia de vida es diferente.

El análisis de la fragmentación con base en los estudios biológicos de los sitios se ha complementado con el análisis o modelaje espacial que permite hacer predicciones o escenarios hipotéticos a partir de datos obtenidos en campo (Velázquez 1993). Este enfoque paisajístico cada vez toma mayor relevancia como una herramienta de conservación de aplicación casi inmediata (Forman y Godron 1986, Halffer 1996).

En el caso de los terrenos de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro se presentan distintos grados de alteración y fragmentación como consecuencia, por un lado, de eventos de tipo natural como es la erupción reciente del volcán Parícutín, y por otro, los derivados de las actividades productivas, principalmente asociadas al aprovechamiento forestal, la agricultura, la fruticultura y la práctica de la ganadería extensiva.

El presente capítulo muestra los resultados de un estudio llevado a cabo en los terrenos de dicha comunidad donde se analizaron los patrones de diversidad mastofaunística asociados a diferentes unidades forestales que presentan un proceso de fragmentación, analizando variables como: área, aislamiento, heterogeneidad ambiental, intensidad del manejo forestal y una perturbación natural de grandes magnitudes como fue la erupción del volcán Parícutín. Con estos resultados se analizó la

condición de las masas forestales y el uso de suelo en la comunidad con el fin de proponer acciones de manejo que involucren la conservación de los hábitat para los mamíferos de la región.

MÉTODOS

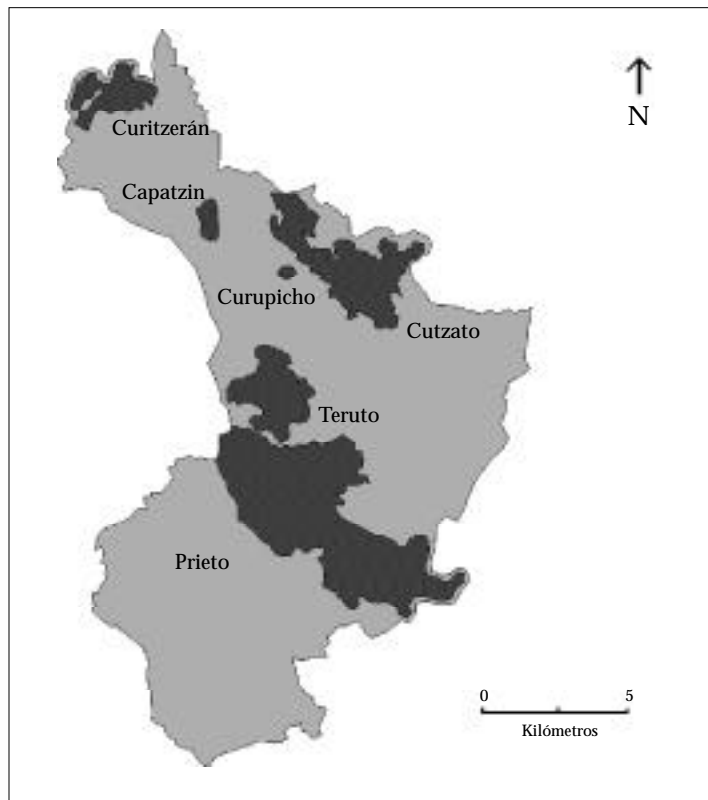
DIVERSIDAD MASTOFAUNÍSTICA

El estado actual de los mamíferos en la comunidad se determinó mediante la revisión de los registros provenientes de la literatura especializada para los bosques templados de la región y de las colecciones de los museos estatales. Con esto se obtuvo una lista de mamíferos potenciales para la zona. El análisis no incluyó a los mamíferos voladores y a las tuzas. La lista de mamíferos potenciales se comparó con los registros obtenidos en este trabajo en los seis fragmentos estudiados y se obtuvo el grado de defaunación general del sitio.

Los seis fragmentos estudiados se seleccionaron de acuerdo con un gradiente de tamaños de entre 20 y 2,000 ha, en sitios con diferentes intensidades de manejo forestal y a diferentes distancias del volcán Parícutín. Los seis sitios son los siguientes: 1) cerro Prieto, 2,349 ha; 2) cerro Cutzato, 893 ha; 3) Llano Teruto, 516 ha; 4) cerro Curitzerán, 329 ha; 5) cerro Capatzin, 81 ha y 6) cerro Curupicho, 21 ha (figura 1).

Los muestreos de mastofauna en los seis fragmentos se realizaron en unidades ambientales con la densidad de arbolado más representativo de cada uno de ellos. Las estaciones para pequeños mamíferos estuvieron conformadas por cuadrantes de aproximadamente una ha, formados por diez líneas paralelas de 100 m (1-10) y diez líneas perpendiculares de la misma longitud (A-J). Se colocaron trampas Sherman de 7.5 x 9.0 x 23 cm, las cuales se cebaron por la tarde con avena, crema de cacahuete y vainilla a lo largo de cada línea con una separación de 10 m entre sí, de tal modo que se utilizaron un total de 100 trampas en cada cuadrante (DeBlase y Martín 1982, Sutherland 1996). Los mamíferos de tamaño mediano se muestrearon dentro de cada cuadrante de trampas Sherman, en donde se colocaron un total de 16 trampas Tomahawk de diferentes tamaños con una separación de 25 m entre cada una, de tal manera que se cubriera una superficie de una hectárea. Se cebaron con una mezcla de sardina y plátano y el número de noches fue el mismo que para los pequeños mamíferos. Para mamíferos mayores y como complemento a los trampeos, se efectuaron transectos cercanos al sitio con el fin de registrar rastros como huellas

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LOS SEIS FRAGMENTOS ESTUDIADOS DENTRO DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO



En negro están representados los fragmentos y en gris los terrenos comunales.

y excretas, y se efectuaron caminatas de lampareo dentro de los transectos definidos. Esta actividad se realizó caminando una noche en cada sitio. Los datos se pasaron a formas de registro para su análisis.

Se efectuaron cuatro muestreos durante los meses de octubre-noviembre de 1994, marzo de 1995, mayo-junio de 1995 y septiembre de 1995,

con el fin de cubrir el inicio y fin de la temporada seca y lluviosa. Para cada sitio los muestreos se efectuaron en sesiones de trampeo de dos noches por estación, cubriendo dos cuadrantes por noche, lo que significó un total de 12 días de trampeo por estación. Por la mañana se revisaron las estaciones y se tomaron como datos adicionales las medidas convencionales de los animales y su estado reproductivo.

Los datos de campo se compararon con los obtenidos en la literatura y se efectuaron análisis de la riqueza de especies de los mamíferos potenciales y los registrados respecto de su clasificación taxonómica, su masa corporal y el gremio alimenticio. Con los resultados obtenidos de los muestreos y la caracterización de los fragmentos se efectuaron análisis para determinar el grado de dependencia o relación de la riqueza de especies presente en cada porción con variables como el tamaño del fragmento, la heterogeneidad ambiental, la intensidad y tiempo del manejo forestal, así como los efectos indirectos de la erupción del Parícutín. La relación entre las variables antes descritas se efectuó mediante un análisis de regresión lineal simple, utilizando como valor de significancia un nivel de probabilidad $P < 0.05$.

La relación entre riqueza mastofaunística y heterogeneidad ambiental se tomó de los valores de diversidad florística de acuerdo con los resultados de la función de Shannon-Wiener (Krebs 1989): $H' = -\sum (p_i)(\log_2 p_i)$ obtenida del análisis de la riqueza florística y los valores de cobertura de cada sitio.

La intensidad de manejo forestal se evaluó mediante el análisis del aprovechamiento de acuerdo con la intensidad de la intervención y al tiempo que tenía cada sitio de ser aprovechado.

Para el caso de los efectos del volcán, se utilizó la profundidad de la ceniza como un valor indirecto de los efectos de la erupción volcánica provenientes de un estudio de tipos de suelo (Rees 1979).

EVALUACIÓN PAISAJÍSTICA DE LA FRAGMENTACIÓN

La conservación de las masas forestales de la comunidad y su grado de fragmentación, se evaluó de acuerdo con el análisis de variables como la cobertura vegetal, el adelgazamiento de las masas forestales y grado de fragmentación de los bosques. La valoración estuvo enfocada a la situación que prevalece en la parte boscosa en referencia con las actividades productivas y otras de carácter natural como la erupción volcánica reciente.

Se realizó la fotointerpretación de una imagen de satélite Landsat TM de 1993 para conocer la cobertura y el uso de suelo actual de la comuni-

dad identificando el bosque denso, el bosque abierto, las plantaciones anuales, las plantaciones semiperennes, las áreas de reforestación en cenizas, las cenizas volcánicas y las lavas del Parícutín (mapa 4 en el encarte a color). El resultado de la fotointerpretación fue el mapa de vegetación y uso de suelo y los datos de superficie para cada una de las categorías de cobertura que se mencionó anteriormente.

Se obtuvieron los resultados de las superficies de cada cobertura, el número de fragmentos y la superficie de cada uno. Por otro lado, se realizó un cruzamiento de mapas de cobertura y uso de suelo y el de unidades geomorfológicas con el fin de determinar la relación entre estas dos variables y la manera en que se ha realizado el manejo de recursos de la comunidad (Bocco *et al.* 1997).

RESULTADOS

DIVERSIDAD MASTOFAUNÍSTICA

Se registraron 25 especies de mamíferos en los seis fragmentos estudiados pertenecientes a 12 familias y siete órdenes (cuadro 1). La comparación efectuada entre las especies presentes y las potenciales muestran una reducción significativa que representa más del 37%, lo que indica un proceso de defaunación importante con ausencias en la mayoría de los grupos (figura 2).

Se reconocieron vacíos importantes en los diferentes órdenes de mamíferos, en donde algunos fueron más significativos debido a que se trata de órdenes con alta representatividad, como es el caso de los roedores y los insectívoros, que presentaron respectivamente 44% y 40% de las especies que deberían estar presentes. Los carnívoros, por el contrario, presentaron la mayor parte de las especies que deberían registrarse en la zona. Los otros órdenes debido a su poca representatividad no evidenciaron ausencias importantes (figura 3).

Las proporciones observadas en la masa corporal entre las especies potenciales y las registradas muestran una distribución diferente de acuerdo con lo que esperaríamos considerando los resultados de la literatura. Se presentaron en mayor proporción las especies de masa corporal mediana, seguidas de las de talla pequeña y por último los mamíferos de talla grande (figura 4).

El gremio alimenticio mostró que los herbívoros son los más diversos, seguidos por los omnívoros, los insectívoros y los carnívoros, patrón que se sigue tanto en los potenciales como en los registrados y que es el

CUADRO 1. ESPECIES DE MAMÍFEROS REGISTRADAS EN LOS SEIS FRAGMENTOS

ESPECIE	PRIETO	CUZATO	TERUTO	CURITZERAN	CAPATZIN	CURUPICHO
<i>Didelphis virginiana</i>	X	X		X		
<i>Sorex saussurei</i>	X	X		X	X	
<i>Sorex monticolus</i>	X					
<i>Dasypus novemcinctus</i>		X				
<i>Sylvilagus floridanus</i>	X	X		X	X	X
<i>Sciurus aureogaster</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Spermophilus variegatus</i>	X					
<i>Microtus mexicanus</i>		X				
<i>Neotoma mexicana</i>	X				X	
<i>Peromyscus maniculatus</i>				X		
<i>Peromyscus aztecus</i>				X		
<i>Peromyscus truei</i>	X			X	X	X
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>		X				
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>				X	X	
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	X					
<i>Sigmodon fulviventer</i>					X	
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Bassariscus astutus</i>		X			X	
<i>Procyon lotor</i>	X	X	X			X
<i>Conepatus mesoleucus</i>				X		
<i>Mephitis macroura</i>	X	X	X		X	X
<i>Spilogale putorius</i>	X			X		
<i>Lynx rufus</i>	X	X			X	
<i>Canis latrans</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Odocoileus virginianus</i>	X	X		X		
Total	16	14	5	13	12	7

que esperaríamos de acuerdo con los estudios de diversidad más generales; no obstante, se observaron ausencias importantes de especies entre los herbívoros y los carnívoros (figura 5).

FIGURA 2. NÚMERO TOTAL DE ESPECIES POTENCIALES Y REGISTRADAS DE MAMÍFEROS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

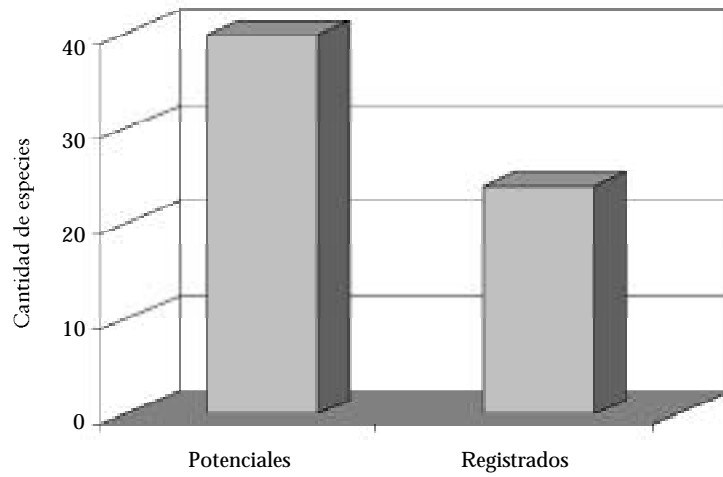


FIGURA 3. NÚMERO DE ESPECIES POTENCIALES Y REGISTRADAS DE MAMÍFEROS A NIVEL DE ORDEN EN EL SITIO DE ESTUDIO

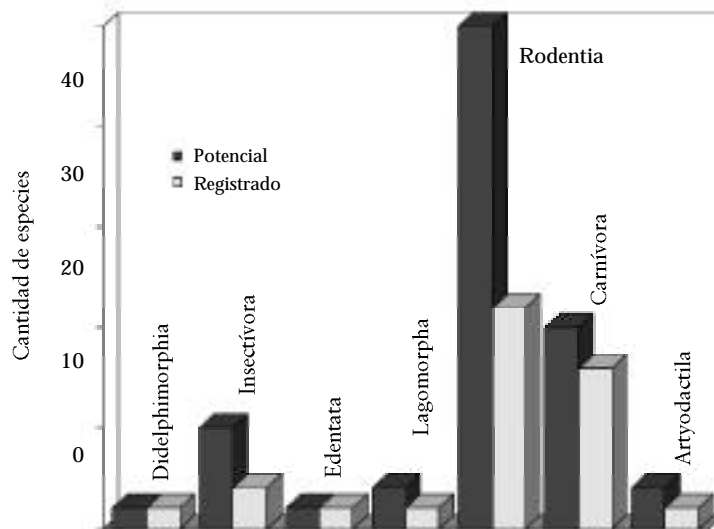


FIGURA 4. NÚMERO DE ESPECIES DE MAMÍFEROS POTENCIALES Y REGISTRADAS EN EL SITIO DE ESTUDIO, AGRUPADAS DE ACUERDO CON LA MASA CORPORAL

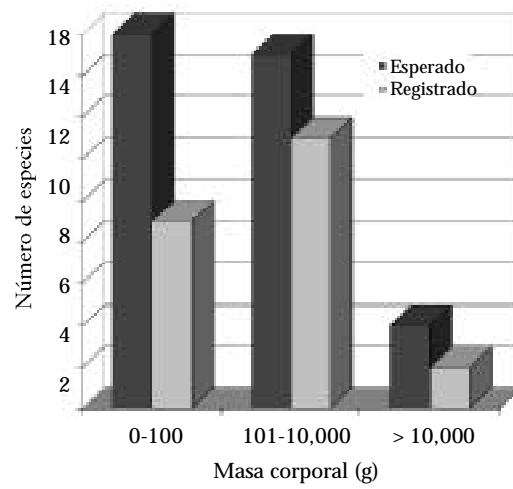
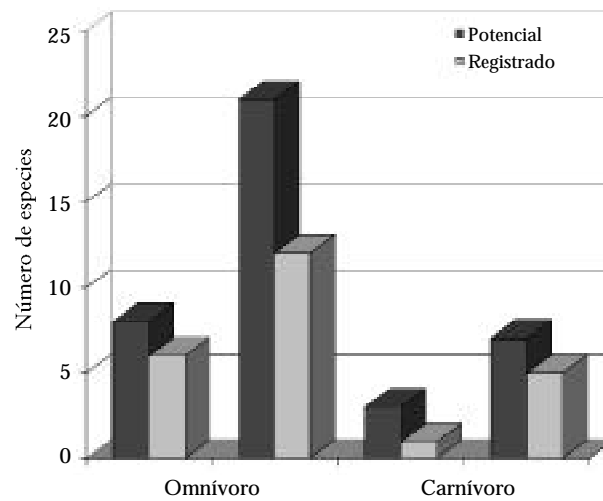


FIGURA 5. NÚMERO DE ESPECIES DE MAMÍFEROS POTENCIALES Y REGISTRADAS EN EL SITIO DE ESTUDIO, AGRUPADAS POR GREMIO ALIMENTICIO



PATRONES DE DIVERSIDAD

Se observó una correlación entre la diversidad de los mamíferos en función del área de cada fragmento tal como se esperaba (figura 6). Sin embargo, el resultado no fue significativo, ya que uno de los sitios (Llano Teruto) se mostró por debajo de lo esperado. No obstante, al observar los otros sitios se puede notar que ajustan a una recta sin el fragmento de Llano Teruto con un valor de ajuste aceptable. La relación entre la riqueza de mamíferos y la heterogeneidad del hábitat se realizó utilizando los valores de heterogeneidad obtenidos del análisis de diversidad florística (Torres 2001). Se observó una correlación positiva con valores de diversidad florística que ajustan mejor a la recta y son relativamente más significativos (figura 7).

El manejo forestal es un elemento fundamental en el comportamiento de las comunidades naturales de esta zona, ya que es una práctica que se realiza en toda la comunidad. Los análisis relativos a esta actividad que de una manera directa o indirecta están influyendo en la riqueza y composición de las comunidades de mamíferos muestra una variedad de prácticas de intervención que hace difícil un análisis de esta variable (cuadro 2). El análisis entre la riqueza y el tiempo de intervención no fue significativo, ya que dos sitios (Llano Teruto y Cerro Curupicho) presentaron una correlación inversa al tiempo de intervención. La relación entre el tiempo de intervención y tipo de tratamiento contra la riqueza de especies para los seis sitios mostró que los dos fragmentos con más alta riqueza (cerro Prieto y cerro Cutzato) presentan el tipo de intervención menos nocivo, los dos siguientes sitios más ricos en especies (cerro Curitzerán y cerro Capatzin) tienen el tipo de intervención medianamente nocivo y el sitio con menor número de especies (Llano Teruto) se le dio el tratamiento más nocivo. Sólo en un sitio (cerro Curupicho) no se observa relación entre el tipo de manejo y la riqueza de especies (cuadro 2). La intensidad de manejo indica que los sitios con una extracción de 20% y 21% del total de madera corresponden a los sitios con mayor riqueza de mamíferos en donde se registraron 16 y 14 especies respectivamente, y al sitio que se le extrajo más del 40% de la madera total es uno de los sitios con menor riqueza, ya que presentó tan solo siete especies (cuadro 2). Los otros sitios carecen de datos de volumen de extracción.

Por último, el análisis entre la riqueza de mamíferos y el espesor de la capa de cenizas en cada fragmento mostró un valor de significancia aceptable, lo que indica que existe una relación importante entre la cantidad de ceniza y la riqueza de especies de mamíferos (figura 8).

FIGURA 6. RELACIÓN ENTRE LA RIQUEZA DE ESPECIES DE MAMÍFEROS Y EL ÁREA EN CADA FRAGMENTO

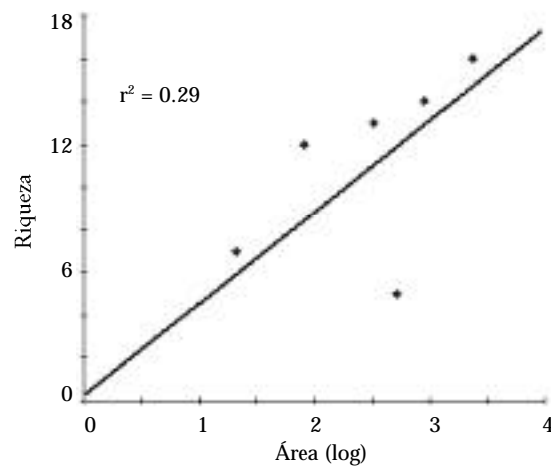
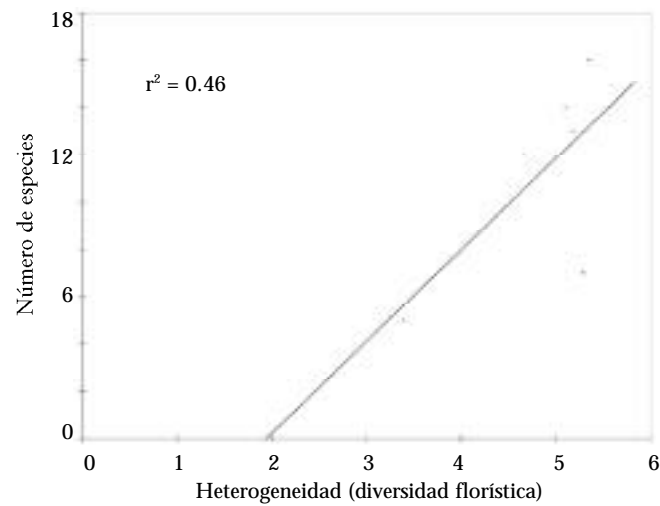


FIGURA 7. RELACIÓN ENTRE LA RIQUEZA DE ESPECIES DE MAMÍFEROS Y LA HETEROGENEIDAD AMBIENTAL DE ACUERDO CON LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA



CUADRO 2. MÉTODOS DE APROVECHAMIENTO FORESTAL, FECHA DE INTERVENCIÓN, VOLUMEN DE EXTRACCIÓN Y EXISTENCIA DE MADERA EN LOS SEIS FRAGMENTOS ESTUDIADOS

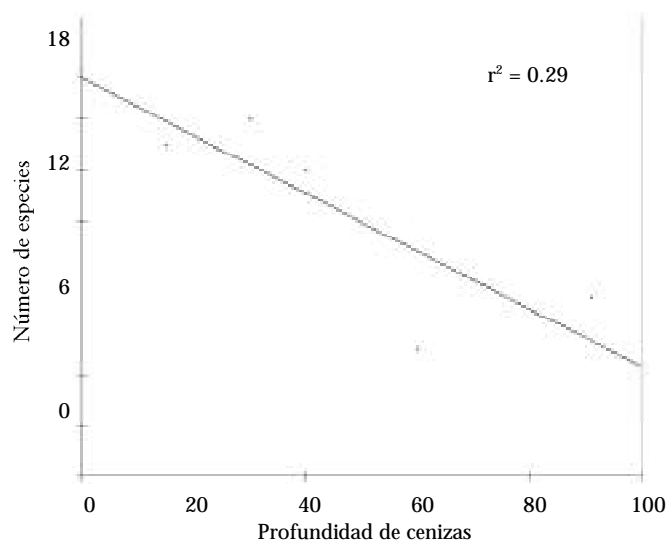
FRAGMENTO	NÚMERO DE ESPECIES	ÁREA	TRATAMIENTO	FECHA DE TRATAMIENTO	VOLUMEN DE EXTRACCIÓN (m ³ /ha)	EXISTENCIA DE MADERA (m ³ /ha)
Cerro Prieto	16	2,349	Aclareo	1987	111.72	448.28
Cerro Cutzato	14	893	Aclareo	1989	45.22	171.83
Llano Teruto	5	516	C. de liberación	1986		90.12
Cerro Curitzerán	13	329	No controlado	1990		158.67
Cerro Capatzin	12	81	No controlado	1990		34.27
Cerro Curupicho	7	21	Aclareo	1989	168.66	219

Tipos de tratamiento: Aclareo- extracción de árboles maduros o malos; No controlada- extracción no planeada/uso doméstico y Corte de Liberación- extracción de todo el arbolado maduro y sólo queda el arbolado joven.

EVALUACIÓN PAISAJÍSTICA DE LA FRAGMENTACIÓN

Se diferenciaron los bosques densos y abiertos, las plantaciones anuales, las plantaciones semiperennes y las coberturas de ceniza y lava (ver mapa 5 en el encarte a color). El bosque representa el 42% de la totalidad del terreno comunal. No obstante, hay una gran porción de terrenos infértiles, como son las cenizas y la lava. Si eliminamos esta área infértil tendríamos que en la comunidad 58% del área potencialmente explotable se encuentra cubierta de bosque. De esta área, los bosques densos presentan la mayor superficie con 24%, seguido por las plantaciones anuales

FIGURA 8. ANÁLISIS DE REGRESIÓN ENTRE LA RIQUEZA DE MAMÍFEROS Y LA PROFUNDIDAD DE CENIZAS EN LOS SITIOS DE ESTUDIO



con 22% y por bosque abierto con 18%. Aun así, el bosque denso es el que tiene mayor cantidad de polígonos, seguido por el bosque abierto, por la plantación anual, por las cenizas y por las plantaciones semiperennes, lo que indica una gran fragmentación del bosque más conservado.

El resultado del cruzamiento de mapas de cobertura y uso de suelo y el de unidades geomorfológicas nos permitió determinar los valores de cobertura por unidad geomorfológica. Se observó que los conos volcánicos son las unidades que mayormente presentan bosques densos, seguidos por los valles erosivos (barrancas) y los derrames lávicos relativamente antiguos. Las plantaciones se presentan en diferentes proporciones en todas las unidades con suelo fértil a excepción de los conos cineríticos, las cenizas y las lavas provenientes del volcán Parícutin.

DISCUSIÓN

RIQUEZA Y COMPOSICIÓN DE LAS COMUNIDADES DE MAMÍFEROS

En ésta región las actividades antropogénicas unidas a factores naturales han tenido efectos negativos en la riqueza de especies de mamíferos, lo que ha resultado en un proceso de defaunación, en donde se ha perdido el 28% de las especies registradas históricamente. Esto es similar a lo observado en muchos tipos de comunidades tanto templadas como tropicales que se encuentran bajo presión como consecuencia de la demanda de los recursos naturales por el hombre (Ceballos y Galindo 1984, Ceballos y Navarro 1991, Fa y Morales 1993, Arita y Ceballos 1997). De acuerdo con los resultados obtenidos se observa que la defaunación es el resultado de un complejo conjunto de factores como la deforestación, la fragmentación del hábitat, la cacería, el manejo forestal y la erupción del volcán Parícutín.

Además de la riqueza de especies relativamente baja, se observó un éxito de captura igualmente bajo, en donde el promedio fue de 15% para las diferentes estaciones que comparado con otros trabajos en bosques templados del Eje Neovolcánico confirman esa disminución. El efecto ha sido diferencial en los órdenes, ya que se observó un mayor impacto en los insectívoros y en los roedores (figura 3). Sin embargo, la riqueza entre los órdenes se mantiene proporcionalmente constante de acuerdo con la riqueza potencial para la zona e incluso para el país, en donde los órdenes de mamíferos con mayor riqueza para México son, en orden de importancia, Rodentia, Carnívora, Insectívora, Lagomorpha, Artiodactyla, Didelphimorphia y Xenarthra (Ceballos y Navarro 1991). Esto corresponde con lo registrado en este trabajo en donde las familias con más número de especies como roedores, carnívoros e insectívoros fueron los más representados, lo que indica que la disminución mantiene una proporcionalidad relativa entre los diferentes órdenes. Esto indica que los efectos adversos que están actuando sobre la fauna local tienen una mayor influencia en determinados grupos y que pueden estar asociados a diferentes factores, tanto de tipo natural como los originados por la intervención humana. El análisis taxonómico quizás no está reflejando la influencia de los procesos ecológicos, por lo que los patrones de riqueza asociados a masa corporal y gremio alimenticio pueden explicar de mejor manera los patrones de riqueza que está presentando la mastofauna local.

El patrón de masa corporal mostró que la mayor riqueza se presentó entre los de talla menor y disminuyó en los medianos y más aún en los de talla mayor (figura 4). La comparación entre lo potencial y registrado mostró una mayor reducción entre los de menor y mayor talla en donde faltan más del 50% de las especies que se esperarían. En los gremios alimenticios el patrón observado en este estudio no sigue el modelo observado en el país, ya que los omnívoros es el segundo grupo más diverso, seguido por los insectívoros y los carnívoros (Ceballos y Navarro 1991, Ceballos y Rodríguez 1993). Los herbívoros y los carnívoros son los que de acuerdo con lo que deberíamos esperar, se encuentran más disminuidos no siendo así para los omnívoros y los insectívoros (figura 5). Los resultados anteriormente analizados muestran una riqueza por abajo de lo esperado en diferentes aspectos. El análisis conjunto de la masa corporal y el gremio alimenticio indica que los mamíferos que presentan mayor reducción son los herbívoros así como menor masa corporal. La presencia de este patrón debe estar relacionada al cambio tan drástico que se observó en la composición vegetal, en donde se evidencia una modificación importante que se atribuye a la erupción del volcán en primera instancia y al manejo forestal como causa complementaria. Los datos de los trabajos que se realizaron después de la erupción indican que en algunos sitios la profundidad de las cenizas junto con la cantidad de éstas sobre las hojas determinaron, en parte la diversidad vegetal, así, muchos sitios fueron desprovistos de toda cobertura vegetal, sobre todo en los estratos bajos del bosque (Egler 1948). Aunado a esto, el manejo forestal también está contribuyendo con la pérdida de algunas especies y con el favorecimiento de otras, lo que puede producir una disminución en la riqueza del sotobosque, ya que los efectos del manejo forestal sobre el bosque no solo es la tala misma, sino las actividades que la acompañan como el derribo y arrastre de los troncos y la apertura de los caminos que se efectúa para la extracción. Además, aunado a estos factores en 1968, como parte del manejo forestal se llevó a cabo una medida de sanidad forestal para combatir una plaga de defoliadores y descortezadores en los pinos, rociando desde el aire insecticida D.D.T., con los consecuentes efectos para la fauna local. La masa corporal y el gremio alimenticio de los mamíferos más afectados (herbívoros y de talla menor), nos indica que estos organismos precisamente lo utilizan como hábitat y como fuente de alimentación, principalmente los estratos rasante, herbáceo y arbustivo del bosque. Además, en el caso de los mamíferos de mayor talla y los carnívoros que también resultaron muy por

debajo de lo esperado se trata de gremios muy sensibles a las perturbaciones y a la influencia de la intervención humana, ya que en muchos casos son organismos que se utilizan de manera directa como alimento, se les percibe como nocivos, o bien son organismos que presentan mayor susceptibilidad a los efectos de la fragmentación y perturbación de hábitat como resultado de sus ámbitos hogareños amplios.

PATRONES DE DIVERSIDAD EN LOS FRAGMENTOS

La riqueza en función del área, aunque no fue significativa, sí mostró una correlación positiva. Sin embargo, la presencia de un dato fuera de los límites de confianza, significa que existe un sitio (Llano Teruto) en donde el patrón no se ajusta (figura 6). Este sitio presenta una comunidad vegetal muy pobre, ya que solo se exhibe un estrato arbóreo alto bien definido y los estratos arbustivo y rasante se encuentran muy poco representados. Esto mostró que la riqueza de mamíferos fuera muy baja, ya que los únicos registros en ese fragmento son de mamíferos medianos y grandes como *U. cinereoargenteus*, *P. lotor*, *M. macroura* y *C. latrans* con hábitos alimenticios muy generalizados o con ámbitos hogareños muy amplios. Los otros cinco sitios sí ajustan bien a un patrón de riqueza-área, lo que corrobora que el área es un factor importante en la determinación de los patrones de diversidad en el sitio. Además, se ha encontrado que en pequeños mamíferos la fragmentación afecta más las densidades de estos que la propia riqueza, y en muchos casos depende del grado de alteración del fragmento o de otras variables, ya que de acuerdo con algunos autores la variable área por sí sola no explica los patrones de riqueza, como se demuestra en este estudio.

La riqueza de mamíferos en función de la heterogeneidad de hábitat no presenta un valor de significancia aceptable, lo que indicaría que la heterogeneidad del hábitat no es una variable que esté determinando la riqueza de especies en la zona (figura 7). Esto contradice lo propuesto por algunos autores respecto de la asociación de los patrones de riqueza con la heterogeneidad de hábitat. No obstante, estos trabajos hacen referencia a patrones más generales con escalas de menor resolución, ya que relacionan a la heterogeneidad variables como altitud, temperatura y precipitación. Al analizar este trabajo a esta escala, se observa que se trata de sitios relativamente homogéneos en varios de los factores abióticos como la geomorfología y los suelos, en donde cinco fragmentos corresponden a conos volcánicos con escurrimientos lávicos y sólo uno corresponde a una

planicie de acumulación (Torres 2001). Sin embargo, el análisis de diversidad florística muestra un valor de significancia mayor en la relación entre la riqueza mastofaunística y la florística, y aunque el valor de significancia no es aceptable si se ajusta más a la recta (figura 7). Esto indica que la relación de estas variables si existe, no obstante habría que trabajar más detalladamente este aspecto para poder determinar la influencia de esta variable en la diversidad de mamíferos de la zona. La falta de ajuste del modelo también puede estar relacionada con el bajo número de sitios de muestreo de mamíferos por fragmento, ya que la heterogeneidad de cada sitio se determinó con base en el número de comunidades presentes en cada porción y el muestreo de mamíferos se realizó en un solo sitio, lo que puede estar determinando una riqueza de mamíferos puntual. Aunado a lo anterior el manejo forestal debe estar impactando negativamente a las poblaciones de mamíferos, ya que se sabe que sus consecuencias han afectado de una manera diferencial la estructura y composición de la vegetación de cada fragmento (Rees 1970, 1979).

El tiempo del aprovechamiento forestal no significó una variable que por si sola pueda estar determinando la riqueza de cada fragmento. Sin embargo, se considera que debe tener alguna influencia, ya que las diferentes fechas de manejo deben estar reflejando las diferentes fases de sucesión secundaria, las cuales son determinantes en el recambio y establecimiento de las comunidades de pequeñas poblaciones. El tipo de tratamiento si mostró relación con la riqueza de mamíferos en un análisis cualitativo, mostrando que el aclareo es el método que afecta en menor medida a los mamíferos, seguido por el no controlado o rústico y por último el corte de liberación (cuadro 2). En el caso del no controlado, debido a que se trata más bien de una extracción libre, no se puede considerar como un método a analizar. El volumen de extracción también significó un efecto importante sobre la riqueza mastofaunística de los fragmentos y aunque no se tuvieron los datos de todos los sitios si se pudo evidenciar que el volumen de extracción debe tener un efecto sobre las poblaciones de mamíferos (cuadro 2). Los resultados presentados de las diferentes variables del manejo forestal sobre los mamíferos, no muestran su influencia de una manera determinante, sobre todo si tomamos en cuenta que para algunos sitios los resultados no pudieron cuantificarse y para otros no existían datos que permitieran realizar un análisis para todos los sitios. Sin embargo, se considera que existen elementos suficientes en cada uno de los analizados para considerar que el manejo forestal que se realiza en la comunidad está influyendo de manera impor-

tante en la diversidad de las comunidades de mamíferos, no obstante será necesario un estudio más detallado de este proceso.

La erupción del volcán Parícutín, sin lugar a dudas tuvo una influencia determinante en la biota de la zona, como se ha explicado anteriormente. Si bien tenemos información de muestreos de mamíferos en la zona después de la erupción (Hall y Villa 1950, Burt 1961), sabemos que su influencia no fue igual en los distintos sitios y por lo tanto los efectos también fueron diferenciales (Rees 1970). Los resultados indican una correlación entre la riqueza de especies y el espesor de la capa de cenizas como una medida indirecta de la influencia del volcán, ya que es expresión de la productividad debida a los efectos de las cenizas sobre la vegetación y por tanto sobre los primeros niveles de la cadena trófica (Rees 1979). En el caso del estrato arbustivo se observó una diferencia en la composición, en donde los géneros más abundantes en 1948 como *Arctostaphylos*, *Fuchsia* y *Coriaria* no presentan la misma condición en la actualidad, ya que los dos primeros se presentaron en pocos relevés y con coberturas bajas y sólo el género *Coriaria* sigue siendo frecuente. En lugar de estos géneros se observan otros que en el trabajo de Egger no se registran como abundantes y son *Eupatorium* y *Baccharis* que de acuerdo con Rzedowski (1978) se trata de elementos asociados a etapas de sucesión temprana en los bosques templados.

CONSERVACIÓN Y USO DE SUELO

La Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro basa su actividad productiva y económica en un planeado programa de aprovechamiento forestal. Esto se evidencia en la cantidad de superficie arbolada que aún se encuentra en sus terrenos (42%). No obstante la calidad de las masas forestales no es igual en todos los sitios, ya que del total del área boscosa la mayor superficie está representada por bosques densos (ver mapa 5 en el encarte a color). Aunque el bosque denso presenta la mayor superficie, es el que tiene mayor número de polígonos, es decir, es el que se encuentra más fragmentado. Sin embargo aunque muchas de estas fracciones se encuentran aisladas, también una gran parte son parches dentro de bosque abiertos, lo que significa que la masa forestal existente es extensa, principalmente en la parte central de la comunidad, ya que la parte sur y norte es donde se encuentran los bosques más aislados.

La parte agropastoril presenta un arreglo casi continuo con una cantidad de unidades menor hacia la parte sur. Esto muestra una división

muy marcada en la comunidad entre la parte centro-norte en donde se observa una composición forestal y una porción sureña con un uso de suelo con predominancia agrícola y ganadero. Tomando en consideración que la riqueza de especies está fuertemente influenciada por la actividad volcánica, y que estos sitios se localizan en la porción norte de la comunidad, consideramos que la parte centro-sur pudo jugar un papel importante como refugio de fauna durante la erupción del volcán. Esto indica que se trata de sitios relevantes que actualmente se encuentran aislados y que no permiten interconexiones de éstos con las masas forestales de la zona norte. Sería importante crear corredores en esta área, si tomamos en consideración que los fragmentos remanentes de la parte sur son pequeños y se caracterizan por ser parte de cañadas, en donde, la diversidad vegetal es alta (Velazquez *et al.* 2000). Esto permitiría el movimiento de la fauna entre estos fragmentos, debido a que dentro de los terrenos de la comunidad, la parte centro-oriente tiene la más alta riqueza de mamíferos por la baja influencia de la erupción del volcán.

Otra zona de gran importancia son las franjas reducidas de bosque que conectan los terrenos de la comunidad con los bosques del Parque Nacional Pico de Tancítaro, lo que puede estar significando un aislamiento entre estas dos masas boscosas, que debido a su extensión debieron ser de gran importancia para las comunidades de mamíferos.

La cobertura vegetal y el uso de suelo actual por unidad geomorfológica esperaríamos que no existiera un importante cambio en el uso del suelo en la parte norte y en la parte central, lo que nos indicaría que los conos volcánicos deberían de mantenerse con bosque, no obstante últimamente se ha observado una tendencia a introducir diferentes variedades de ganado bovino que quizás podrían afectar las superficies de bosques que se encuentran en los escurrimientos lávicos de algunos conos en la parte sur y en el piedemonte del cerro Tancítaro. Consideramos que debido al enfoque forestal que ha tenido la comunidad las plantaciones anuales no se considerarían un riesgo para los bosques, sin embargo, las perspectivas son diferentes, ya que existe un riesgo sobre todo en los bosques de la parte sur y en las cañadas (valle erosivos), ya que una parte considerable de estas plantaciones son de aguacate, fruto que acaba de abrir su comercialización a los Estados Unidos de Norteamérica, lo que puede significar un cambio de uso de suelo importante, como se ha venido dando en las últimas décadas en esta zona (Torres *et al.* 1996).

Las características del aprovechamiento de los recursos en el área nos indican que el enfoque de conservación de hábitat debería ser el más

adecuado, ya que el valor per se de las especies todavía no tiene el significado ético y productivo de peso entre los habitantes de la comunidad.

Los programas de educación ambiental y de criaderos productivos que se realizan en la comunidad (Bocco *et al.* 2000), tienden a concientizar sobre la importancia de la biodiversidad en la estabilidad de los ecosistemas, sin embargo, se hace necesario continuar con estas labores con el fin de apoyar los trabajos de investigación que se están realizando en la comunidad y proponer alternativas viables que permitan la ejecución de programas de manejo y conservación de los recursos naturales.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo indican que existe un proceso de defaunación que tiene como causas principales la erupción del volcán Parícutín y las actividades productivas de la comunidad. De tal manera que el número de mamíferos registrado en los fragmentos al igual que el éxito de captura está muy por debajo de lo esperado, de acuerdo con los datos provenientes de la literatura y de trabajos realizados en otros sitios dentro de la región.

La disminución más importante en los mamíferos se presentó en los ordenes insectívora y rodentia con menos de la mitad de las especies potenciales. Además la mayor reducción de mamíferos se presentó en los herbívoros y en los de menor masa corporal, lo que puede estar indicando una composición pobre de la vegetación en los estratos arbustivos y herbáceos como resultado de los efectos adversos de la erupción del volcán, del manejo forestal y del aislamiento de las poblaciones.

Se considera que aunque los resultados de la riqueza de mamíferos en función del área y de la heterogeneidad de hábitat no fueron significativos, estas variables si están influyendo en los patrones de diversidad, pero no como variables independientes, sino asociada a otros factores como la intervención humana y los efectos del volcán.

Los efectos del aprovechamiento forestal sobre la mastofauna local, no se pudieron determinar cuantitativamente, por lo cual se considero importante efectuar trabajos que involucren fases experimentales que puedan determinar la manera en que están influyendo estas variables en la riqueza de los mamíferos, ya que los resultados serían de suma importancia si consideramos que estos tratamientos son los más frecuentemente utilizados en los bosques de México.

Se considera que el efecto de la erupción del volcán Parícutín ha sido determinante en el establecimiento de las comunidades de mami-

feros en la zona y que las cantidades de depósitos actuales de cenizas están influyendo de manera importante en la biodiversidad existente en el área.

El aislamiento de los bosques de los sitios estudiados muestra como causa principal de fragmentación los depósitos de cenizas provenientes de la erupción del volcán Parícutín, y como causa secundaria las provenientes de las actividades antrópicas como es la agricultura y la fruticultura.

El proceso de aislamiento en los fragmentos estudiados puede considerarse como de alto impacto, ya que el tiempo de regeneración en las zonas de aislamiento será largo, pues se trata de sitios con una capacidad de regeneración baja en donde el intercambio genético entre las subpoblaciones de los diferentes fragmentos puede ser difícil, sobre todo para especies con baja capacidad de dispersión.

Se recomienda la creación de corredores biológicos y la disminución de caminos que contribuyan a la interconexión de los fragmentos para permitir el flujo genético entre las diferentes poblaciones. Además, será necesario plantear áreas protegidas como la zona de bosque denso del fragmento de cerro Prieto y la conservación de corredores que van desde este sitio hasta el cerro de Tancítaro.

Una planeación detallada de la producción ganadera y aguacatera en la zona que pueda asegurar la preservación de los bosques de las cañadas de la parte sur y del piedemonte del cerro Tancítaro.

Se considera que los estudios de fragmentación en áreas bajo aprovechamiento se aborden de manera interdisciplinaria, con el fin de incorporar variables sociales, económicas e históricas que permitan entender de manera integral la problemática ambiental de una zona.

BIBLIOGRAFÍA

- Arita, H. T. y G. Ceballos G. 1997. Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología* (2) 33-71.
- Bocco, V. G., A. Velázquez, A. Torres y C. Siebe 1997. Geomorfología y recursos naturales en comunidades rurales. El caso de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. *Geografía y Desarrollo* 16:71-84.
- Bocco, V. G., A. Velazquez, y A. Torres G. 2000. Ciencia, Comunidades Indígenas y Manejo de Recursos Naturales. Un caso de investigación participativa en México. *InterCiencia*. 25(2):64-69.
- Burt, H. W. 1961. *Some effects of volcán Parícutin on vertebrates*. Occasional Papers of the Museum of Zoology. Número 620. University of Michigan. 24 pp.

- Cano, C. J. 1988. *El sistema de manejo regular en los bosques de México*. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 221 pp.
- Ceballos, G. G. y C. L. Galindo 1984. *Mamíferos silvestres de la Cuenca de México*. Editorial Limusa. México. 299 pp.
- Ceballos, G. y D. Navarro 1991. Diversity and conservation of mexican mammals. Pp. 167-198. En: M.A. Mares y D.J. Schmidly (eds.). *Latin American Mammalogy: History, Diversity and Conservation*. University of Oklahoma, EE.UU., 468 pp.
- Ceballos, G. y P. Rodríguez 1993. Diversidad y conservación de los mamíferos en México: II. Patrones de endemidad. pp. 87-104. En: R. A. Medellín y G. Ceballos (eds.). *Avances en el estudio de los mamíferos de México*, Publicaciones Especiales 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C., 464 pp.
- DeBlase, F.A. y R. Martin 1982. *A manual of mammalogy with case to families of the world*. WCB. Dubuque, Iowa, 236 pp.
- Diamond, J. 1975. The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of reserves. *Biological Conservation* 7: 129-146.
- Eggler, W. A. 1948. Plant communities in the vicinity of the volcano El Parícutin, México after two and a half years of eruption. *Ecology* 29 (4): 415-436.
- Fa, J. y L. M. Morales 1993. Patterns of mammalian diversity in Mexico. En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa, (eds.). *Biological Diversity of Mexico. Origins and Distribution*. Oxford University Press, pp. 319-361.
- Forman, R. T. y M. Godron 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons, 619 pp.
- Halffter, G. 1996. ¿Cómo medir la biodiversidad a nivel de paisaje? Santiago Compostela, España. Manuscrito mecanografiado, 20 pp.
- Hall, E. R. y B. Villa 1950. Lista anotada de los mamíferos de Michoacán, México. *Anales del Instituto de Biología* 21 (1): 159-213.
- Harris, D. L. 1984. *The fragmented forest. Island biogeography theory and the preservation of biotic diversity*. The University of Chicago Press. Chicago, EE.UU., 211 pp.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row, Publishers, New York. 654 pp.
- Rees, D. J. 1979. Effects of the eruption of Parícutin volcano on landforms, vegetation, and human occupancy. Pp. 249-292. En: F. J. Luhr y T. Simkin, (eds.). *Parícutin. The volcano born in a Mexican cornfield*. Geoscience Press Inc., Phoenix, Arizona.
- 1970. Parícutin revisited: a review of man's attempts to adapt to ecological changes resulting from volcanic catastrophe. *Geoforum* 4: 7-25.

- Rzedowsky, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, Mexico, 432 pp.
- Sutherland, J. W. 1996. *Ecological census techniques*. Cambridge University Press, Inglaterra, 336 pp.
- Torres, G. A. 2001. Patrones de diversidad mastofaunística en fragmentos de bosque con manejo forestal en la región del volcán Parícutín, Michoacán, México. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. 75 pp.
- 1996. Cambio de uso de suelo por cultivo de aguacate en la región de Uruapan Michoacán entre 1974 y 1993. Reporte CONABIO.
- Velázquez, A. 1993. *Landscape ecology of Tlálloc and Pelado volcanoes, México*. ITC publication No. 16, 151 pp.
- Velázquez, A., J. Giménez de Azcárate, M. Escamilla Weinmann y G. Bocco 2000. Vegetation dynamics on Parícutín, a recent Mexican volcano. *Acta Phytogeogr. Suec.* 85: 73-80.

III. La comunidad y el manejo tradicional de los recursos naturales

TRECE

Los actores sociales, comunidades y ejidos en el marco regional

Claudio Garibay y Gerardo Bocco

INTRODUCCIÓN

Dentro del Parque Nacional Pico de Tancitaro 2,021 ha pertenecen a los terrenos de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, que colindan con la comunidad indígena de Caltzontzin. El paisaje de ésta área comunitaria presenta la planicie llamada Llano de Llacuaro que se encuentra a 2,800 msnm y en la que destacan tres cerros con alturas de 3,000 a 3,100 msnm: el cerro Prieto (vértice de delimitación del Parque), el cerro de la Chimenea y el cerro del Tepetate sus pendientes están revestidas de bosque de pino en buenas condiciones de conservación y la planicie se encuentra cubierta en su primer horizonte de arena producto de la erupción del volcán Parícutín y actualmente se utiliza para el cultivo de maíz y la ganadería.

En el lugar se presentan algunos caseríos como San Nicolás, Tiscato, El Tepetate y La Arena, que actualmente se emplean, más para el cuidado de los cultivos, que como lugar de residencia permanente de comuneros, quienes en su mayoría tienen casa y familia en la cabecera municipal de Nuevo San Juan.

Existen algunos manantiales y arroyos intermitentes usados para las necesidades del consumo doméstico y del ganado. En resumen, el área dispone de bosques de pino-encino controlados y manejados centralizadamente por el conjunto de la comunidad en donde se dispone

de áreas parceladas de cultivo y pastos controlados, en particular, por algunas familias de comuneros.

El acceso al lugar es posible siguiendo 10 kilómetros por la carretera San Juan-Tancítaro hasta un lugar conocido Agua Chiquita, de ahí se dobla a la derecha por un camino transitable en camioneta, y se recorren cuatro kilómetros hasta llegar a San Nicolás desde donde se abre una tupida red de caminos forestales que comunican a toda el área.

La porción de la comunidad compartida con el Parque Nacional, ocupaba en 1974 una superficie forestal de 862 ha con un porcentaje de 42.7% del total de la superficie del sitio. Para 1996, esa extensión se había elevado a 1,063 hectáreas que corresponden al 52.6% del total. Este incremento se debió a la regeneración natural de las áreas boscosas como consecuencia de un eficaz sistema de control de incendios y una activa política de reforestación que año con año ha desarrollado la comunidad.

Según documentos de los Servicios Técnicos de Nuevo San Juan hasta 1999 se han reforestado en ese sitio 472 ha, ocupando aquellas superficies que anteriormente eran arbustivas o pastizales. Prácticamente todo el bosque del sitio esta bajo aprovechamiento de resina por parte de los cuartereros comuneros del área que venden el producto a la empresa comunal. El cuadro 1 presenta los cambios de cobertura en el área en un periodo de 22 años (de 1974 a 1996).

La superficie dedicada a los cultivos anuales ha permanecido prácticamente inalterada, en el rango de las 900 ha. Los cultivos se localizan en las planicies intermontanas del área donde se siembra principalmente maíz y se mantiene la cría de ganado familiar realizada por aquellos comuneros que desde años atrás han tenido la posesión de esas parcelas. No se presenta una expansión de la frontera agrícola sobre las áreas de bosque, por el contrario, esta superficie permanece estática en una planicie originalmente modificada por lo menos desde los inicios del régimen colonial para fines agrícolas. Por otra parte, el modelo agrícola es un sincretismo entre el modelo tradicional campesino y la incorporación de algunos elementos modernos (tractor y uso de fertilizantes industriales) sin mayor afectación evidente al medio ambiente, y que se convierte en productividad, destinada más al abasto y ahorro familiar que con una orientación mercantil.

En el área no se presentan huertos de cultivos perennes tales como duraznos, manzanas, peras, etc. Esto debido, en gran medida, a la función de las parcelas agrícolas que son el simple abasto y ahorro familiar, que normalmente esta inserta en una estrategia familiar más amplia que

CUADRO 1. CAMBIOS EN LA COBERTURA DEL SITIO 1,
NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

NUEVO SAN JUAN	1974		1996		TENDENCIA	%
	HECTÁREAS	%	HECTÁREAS	%		
Arbustos	67	3.3	15	0.7	Disminuye	-77.6
Bosque abierto	145	7.2	189	9.4	Aumenta	30.3
Bosque cerrado	717	35.5	874	43.2	Aumenta	21.9
Cultivos anuales	913	45.1	933	46.2	Aumenta	2.2
Cultivos permanentes	0	0.0	0	0.0	Igual	0.0
Pastizales	161	8.0	0	0.0	Disminuye	-100.0
Sin cobertura aparente	18	0.9	10	0.5	Disminuye	-44.4
Sin cobertura en lavas	0	0.0	0	0.0	Igual	0.0
Zona urbana	0	0.0	0	0.0	Igual	0.0
Total	2,021	100.0	2,021	100.0		0.0

contempla la resinación, el trabajo en la empresa forestal comunitaria, o bien en negocios y actividades diversas en otras áreas económicas del pueblo de Nuevo San Juan. Tampoco se presenta el cultivo de huertos de aguacate por la sencilla razón de que el área es excesivamente fría para la capacidad de adaptación y floración del árbol de aguacate "hass".

En el periodo estudiado, el área cubierta con bosques ha aumentado de 42.7% a 52.6% del total como resultado de las ocupaciones anteriores en tierras con pastos, matorrales y suelo desnudo. Este incremento se debe a las múltiples actividades de manejo forestal que ha desarrollado la comunidad en acciones de protección de la regeneración natural, reforestación y combate de incendios, en contraste con una mucho menor presión humana por la tendencia de concentración de la población de esas pequeñas localidades del área hacia la cabecera municipal de Nuevo San Juan. Otra razón añadida de esta recuperación de áreas boscosas es la estricta y permanente vigilancia de las patrullas de la comunidad contra los taladores clandestinos de localidades vecinas (especialmente de Angahuan) que han inhibido eficazmente las incursiones de los ladrones tan comunes en estas comunidades.

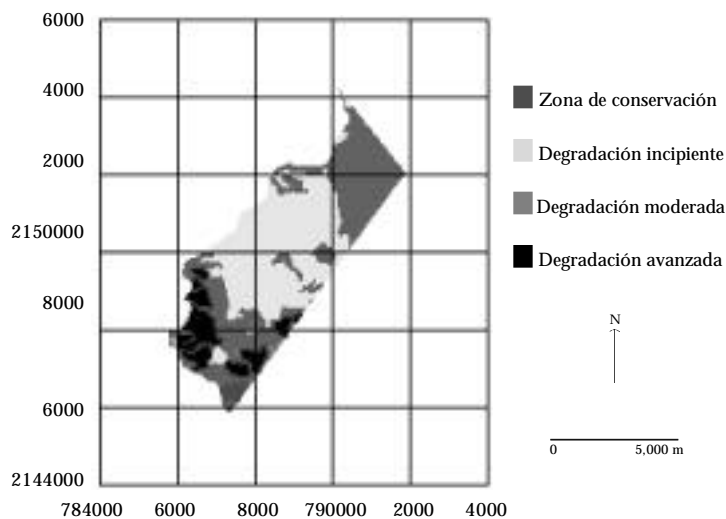
En el nuevo plan de manejo forestal se tiene contemplado el aprovechamiento de los bosques del área para el año 2009. Año en que eventualmente se intervendría siempre y cuando exista una modificación de las reglas de usufructo dentro del área comprendida en el Parque Nacional Pico de Tancítaro, mientras tanto, los bosques permanecerán no intervenidos.

El cuadro 2 muestra la proporción de superficie que corresponde a distintos procesos de degradación de suelos en el “sitio” 1 de Nuevo San Juan. Por dinámicas de erosión del suelo las áreas bajo condición de alta conservación alcanzan casi el 45% de la superficie total del sitio, que por lo general coinciden con las áreas cubiertas por macizos boscosos. Las áreas con erosión incipiente alcanzan el 43.6% de la superficie total y corresponden principalmente a las superficies agrícolas en descanso o barbecho (ver capítulo 10). A pesar de su afectación implícita en las labores de barbecho y de la ausencia de “cortinas” rompevientos, la condición plana del terreno y su fuerte capacidad de infiltración reduce de sobremana las escorrentías. Las áreas con degradación avanzada y severa que se presentan normalmente en forma de cárcavas, son pequeñas (1.2%). La degradación moderada alcanza 10.1% de la superficie total y se presenta especialmente en algunas áreas agrícolas con pendiente y en arroyos temporales que no cuentan con vegetación de “galería” (figura 1).

CUADRO 2. DEGRADACIÓN DE SUELOS EN EL SITIO 1
DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

NUEVO SAN JUAN	1996	
	HECTÁREAS	%
Sin degradación evidente	911	45.1
Degradación incipiente	881	43.6
Degradación moderada	204	10.1
Degradación avanzada	25	1.2
Degradación severa	0	0.0
Total	2,021	100.0

FIGURA 1. NIVELES DE DEGRADACIÓN DEL SITIO 1, NUEVO SAN JUAN (1996)



En términos generales el sitio 1 Nuevo San Juan Parangaricutiro mantiene una condición de conservación adecuada en flora, fauna, suelo y recursos hídricos. Por supuesto el área no está bajo una condición prístina en términos naturales, ya que es una área colonizada por siglos, en el que actualmente sus recursos se usan para cubrir necesidades de la comunidad. No obstante, el modelo de uso ejercido permite la conservación a largo plazo de la composición actual del paisaje, con su equilibrio entre el aprovechamiento y la conservación de recursos. Todo ello sin menospreciar la necesidad de mejorar las prácticas agrícolas y desarrollar acciones de restauración. El presente estudio aporta una descripción del perfil de la organización social de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, con énfasis en los aspectos sociales compartidos con otras comunidades de la zona incluida dentro del Parque Nacional Pico de Tancitaro.

BIENES DE USO PRIVADO Y BIENES DE USO COMÚN

El censo de 1990 arroja un número total de 1,229 comuneros con derechos legales de participación en las actividades productivas y en el sistema

de “gobierno” de la comunidad. En su carácter legal de “comunidad agraria” las tierras de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro pertenecen al conjunto de la comunidad. Ello no significa que todos los comuneros accedan, indiferenciada y anárquicamente al usufructo de los recursos naturales comunitarios, por el contrario, la comunidad dispone de una efectiva regulación interna que define los múltiples aspectos implicados en el “gobierno” comunitario. En el fundamento de la organización comunitaria se encuentran dos ámbitos claramente diferenciados: los bosques, los caminos, los manantiales y arroyos, así como la empresa forestal (aserraderos, estufa de secado, fábrica de muebles, maquinaria, etc.). Todos estos, como bienes organizados bajo el dominio y manejo de la asamblea comunal, no así con las parcelas agrícolas que son bienes bajo el dominio de los comuneros en lo particular .

Las áreas agrícolas para el cultivo están distribuidas en un régimen de apropiación particular reconocida por la comunidad en parcelas de diverso tamaño que se transfieren de padres a hijos por mecanismos de herencia o cesión y ocasionalmente por venta, siempre condicionados al aval de la comunidad. La comunidad evita que en esas transmisiones de derechos caigan en manos de personas no reconocidas como comuneros. El Comisariado de Bienes Comunales es el encargado de registrar esas transferencias de derechos y hacer valer una regulación de derechos de los comuneros entre sí.

El bosque de la comunidad de Nuevo San Juan se maneja como una sola unidad centralizada bajo el dominio formal y legal de la Asamblea Comunitaria bajo el control técnico de la Dirección Técnica Forestal y bajo el control operativo (aprovechamiento, mantenimiento y vigilancia) de la empresa forestal. La compactación del bosque en un solo bloque manejado centralizadamente es el resultado de una compleja historia de negociación y acuerdos intracomunitarios que exitosamente lograron consolidarse. Y con ello establecer las condiciones territoriales básicas para sostener el abasto de madera a la empresa forestal. En efecto, el dilema que tuvieron que resolver fue el reconocimiento de los “Derechos de monte” de los antiguos cuartereros frente a la lógica comunitaria de un manejo forestal que para ser eficiente le era indispensable el manejo compactado del bosque.

El bosque de la comunidad está subdividido en aproximadamente trescientos “cuarteles” de tamaños desiguales que van de 1 a 40 hectáreas. Los comuneros con “cuartel” (segmento de bosque asignado para la extracción de resina de pino) lo poseen en calidad de usufructuarios,

pero no en calidad de dueños sin o con títulos legales de propiedad que eventualmente pudieran hacer valer fuera del ámbito de la comunidad. Éstas divisiones y asignaciones de bosque son herencia de la actividad resinera que existió antes que se constituyera la empresa forestal y responden en buena medida a la historia de apropiación previa al reconocimiento y titulación de bienes comunales.

El conjunto de cuartereros hicieron una transacción política donde cedieron a la comunidad el control efectivo del bosque a cambio del pago de un “derecho de monte” (que formalmente significa el pago del valor del árbol en pie) y de continuar la actividad resinera en su particular “cuartel”. De esta manera el cuarterero está impedido a realizar cualquier aprovechamiento maderable por su cuenta, y de sujetar la actividad resinera a la supervisión de la Dirección Técnica Forestal de la comunidad. Esta transacción fue posible no solo por la eventual presión política comunitaria sobre los individuos, sino también por la dificultad en costos, infraestructura y soportes legales para manejar el bosque en lo particular y los beneficios directos e indirectos, renovadamente percibidos en la participación del proyecto comunitario.

El control y manejo efectivo del bosque esta inscrito dentro del Programa de Manejo Forestal Comunitario. En él se definen las características ambientales del conjunto de la comunidad; el volumen, calidad y edad de las áreas forestales; los caminos construidos y por construir; las áreas de conservación, regeneración y explotación, entre otras cosas. Así mismo se encuentra definido un plan detallado de cortas por diez años, de tal manera que se sabe que áreas se interviene en que año y se define en específico la forma y volumen como se realiza la extracción de madera.

En 1999 terminó la décima anualidad del Programa de Manejo y se inicia un nuevo programa que ya fue autorizado en lo general, al igual que nueve de las diez anualidades del plan de cortas. La décima anualidad quedó pendiente en virtud de que corresponde precisamente al área de la comunidad que esta dentro del Parque Nacional Pico de Tancitaro.

El aprovechamiento se organiza mediante grupos especializados. Un primer grupo corresponde al de los servicios técnicos forestales, quienes levantan los datos técnicos de las características del bosque, diseñan la red de caminos, demarcan los “rodales” de protección y los rodales sujetos a aprovechamiento y marcan los árboles que serán derribados y los que permanecerán en pie. Un segundo grupo, provisto con maquinaria pesada, arregla o construye los caminos que fueron previamente inspeccionados. Un tercer grupo se dedica a las tareas de derribo y arrime y

carga de troncos en las brechas; y un cuarto grupo, en camiones troceros esta encargado de transportar los troncos del monte a los patios de aserrío de la empresa forestal comunal.

Todos los participantes en la actividad forestal son comuneros, pero en el trabajo efectivo del bosque, cada uno obtiene diferente ingreso según el tipo de actividad que realice. Así los servicios técnicos forestales, con administración separada, le cobra a la empresa un porcentaje por metro cúbico extraído y es el jefe de los servicios técnicos el encargado de pagar a sus empleados de oficina y campo. La maquinaria pesada está en manos de la administración de la empresa quien se encarga de contratar a los operadores por el periodo del aprovechamiento. El grupo dedicado al derribo y arrime opera con paga a destajo, según el volumen derribado. Y finalmente se contrata a los camioneros de la unión de camioneros de la misma comunidad para el transporte de la madera.

La empresa también ha establecido varios grupos de vigilancia y control de incendios equipados con camionetas y radio que hacen cotidianos rondines por las veredas de la comunidad para enfrentar cualquier conato de incendio y detener a cualquier talador clandestino que haya osado robar madera a la comunidad. Estos grupos de vigilancia se caracterizan por ser eficientes en su trabajo.

Por su parte, los cuartereros siguen aprovechando la resina de sus predios, lo que constituye una fuente de empleo para 300 de ellos. Esta actividad esta normada por los servicios técnicos forestales, que revisan que dicha extracción este dentro de las normas técnicas (limitación de números de caras según grosor por árbol). Los resineros llevan a vender el producto a la planta resinera de la comunidad para la elaboración y venta de solventes. Una posible competencia entre la actividad resinera y la maderable se ha evitado, ya que la ganancia en la resina compensa la pérdida en madera y aquellos árboles que finalmente mueren por la resinación son extraídos para abastecer la planta astilladora o bien para el aserrín de madera de tercera para cimbra y polines de construcción.

FIGURAS INSTITUCIONALES DE AUTOGOBIERNO LOCAL

El diseño institucional de la comunidad indígena es sin duda exitoso, al poder conjugar mecanismos de control tradicionales con estructuras empresariales eficientes. La máxima autoridad que gobierna la comunidad es la Asamblea General de los 1,229 comuneros que se reúnen el último domingo de cada mes. Normalmente, a las reuniones asisten 600

comuneros en promedio y en caso de que se presenten circunstancias extraordinarias que requieran transformaciones estructurales pueden llegar a las 1,000 personas. En las asambleas generales se dan los informes del Comisariado de Bienes Comunales y del Consejo de Vigilancia, referentes al desempeño de los negocios de la comunidad, se tratan los asuntos delicados o conflictivos y se presenta a consideración del pleno los beneficios y planes de los diferentes negocios de la comunidad. El Comisariado recurre a la información que dan los gerentes de la empresa de fertilizantes, la de administración de finanzas de la empresa forestal y de la tienda comunal. Finalmente, se pide a la asamblea considerar, modificar y en su caso avalar los diferentes planes del comisariado y de los gerentes de las empresas.

El Comisariado tiene su cuerpo de funcionarios e infraestructura que les permiten atender los múltiples asuntos en que están ocupados, tales como dar seguimiento a los juicios agrarios, oír y resolver quejas de los comuneros y avalar o dar seguimiento a las gestiones de proyectos de la comunidad ante el gobierno. Por su parte, el Consejo de Vigilancia tiene sus secretarios y auxiliares atentos a oír quejas y verificar que los actos de las empresas se hagan correctamente. Estos dos cuerpos de gobierno son la clave del desempeño de la comunidad, en tanto funcionen como se espera, a la comunidad le es posible controlar a los gerentes de las empresas. Hasta ahora, estos cargos de alta responsabilidad, han sido ocupados por gentes mayores de “la vieja guardia”, que si bien tienen baja educación formal frente a los ingenieros y técnicos de la empresa, se les escoge por su honorabilidad, firmeza, sabiduría y lealtad a la comunidad y no por su riqueza económica o por sus contactos políticos. Además, existen dos consejos que filtran la información para que pase a la asamblea discutida. Un primer consejo es de 13 personas y el otro por 60.

En un tercer nivel de jerarquía están las tres empresas de la comunidad. El Centro de distribución de fertilizantes, la Tienda comunal y la más importante, la Administración de finanzas de la empresa forestal, además la de reciente creación que es la empresa del telecable. Al interior de la empresa forestal hay las siguientes unidades operativas: Dirección de servicios técnicos forestales, Abastecimiento, Aserrío, Astilladora, Fabrica de muebles, Resinas, Mantenimiento, Ventas, Construcciones, Programa agropecuario y Huertas comunales.

Visto en su conjunto el sistema de gobierno y control de los recursos y empresas de la comunidad ha sido muy exitoso. La política de la Asamblea Comunal ha estado orientada claramente a la generación de empleo

más que al reparto de utilidades, ya que de una u otra manera, aproximadamente 900 personas encuentran empleo en la comunidad con salarios superiores al 100% a los que tendrían fuera de ella.

Esta política se ha reflejado en varios proyectos específicos, como la adquisición de huertas de aguacate comunitarias, proyectos ganaderos, agrícolas, etc. Asimismo, se ha creado un sistema de créditos a los que los comuneros han recurrido para mejorar sus casas, comprar tierras fuera de la comunidad, o bien para comprar camiones que dentro de la comunidad dan servicio de transporte de trozas, madera aserrada y muebles.

La infraestructura y maquinaria adquiridas es sin duda impresionante: Dos aserraderos, un descortezador, dos astilladoras, cuatro estufas de secado, una fábrica de molduras y muebles, una planta de resina, varias decenas de motosierras, ocho grúas, varios trascabos, un almacén de fertilizante, una nave donde se instala la tienda comunal. Asimismo, la comunidad ha financiado más de treinta camiones y cincuenta camionetas; diez o quince pequeñas sierras cinta familiares que se abastecen del desperdicio de la fábrica y de madera para la elaboración de caja de empaque.

Asimismo, la comunidad realiza múltiples gestiones, ya sea hacia el INFONAVIT para la aplicación de créditos, ante la SEMARNAT para proyectos ambientales, ante SEDESOL para infraestructuras sociales por medio de la Unión Nacional de Organizaciones Forestales Campesinas (UNOFOC).

INFLUENCIA POLÍTICA DE LA COMUNIDAD

La comunidad de Nuevo San Juan ha consolidado un conjunto de empresas comunales que sin duda han elevado fuertemente el nivel de vida de los comuneros y por la vía del gasto ha beneficiado a los pobladores de la cabecera municipal. Paralelamente, el “Señor de los Milagros” patrono de la comunidad, ha ejercido una fuerte atracción de peregrinos que buscan salud, consuelo y por supuesto milagros. Esos dos ingredientes han propiciado una economía próspera caracterizada por una multiplicidad de tiendas y puestos fijos, semifijos e itinerantes que permiten derramas económicas importantes.

Sobre esta realidad económica está construida una amplia red de alianzas políticas. Sin duda las buenas relaciones que la comunidad ha tenido con la iglesia y su párroco fueron determinantes desde la fundación de Nuevo San Juan y las difíciles negociaciones con el gobierno del General Cárdenas para el establecimiento del pueblo. Esa alianza ha continuado

hasta el día de hoy, permitiéndoles como mínimo mantener a la iglesia neutral ante los conflictos de tierra. Pero la influencia de la comunidad se presenta más claramente en el gobierno municipal donde miembros de ésta han resultado electos para ese cargo público. Asimismo, la comunidad ha desarrollado una fuerte actividad de gestión ante diferentes instituciones avalándose en sus logros, lo que le ha traído importantes apoyos de las dependencias gubernamentales, de instituciones de investigación y de diversas organizaciones campesinas.

ARTIFICIOS INSTITUCIONALES PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS

Las realidades e instituciones sociales son complejas y es evidente que se resisten a calificaciones sobre su desempeño. Sin embargo, a favor de hacer una comparación ponderada de la eficacia de los artificios institucionales, en cada sitio en que sé subdividió el territorio del Parque Nacional, procedemos a calificarlos en función de su fortaleza o debilidad para responder a cada uno de los criterios específicos. Es evidente que esta evaluación tiene un fuerte componente cualitativo construido a partir de las observaciones de campo, entrevistas y del conocimiento adquirido en cada uno de los lugares, por lo que tienen un carácter estimativo. Otro problema es la ubicación de la escala general desde donde se presenta la evaluación para resolverlo, planteamos las siguientes notas (cuadro 3). La nota 1 (desempeño muy débil) corresponderá, en cada criterio, a una situación donde no existe regulación o presencia, por ejemplo donde no existe ninguna efectiva capacidad mostrada para la “acción colectiva”, o bien donde hay una radical ausencia de límites al acceso de los recursos. En el extremo contrario la nota 5 (desempeño muy fuerte) indica, por ejemplo, un régimen de cumplimiento efectivo y puntual de los acuerdos para la “acción colectiva” o bien la existencia de estatutos efectivamente aplicados que claramente definen los límites de acción de los individuos o grupos.

CALIDAD FUNCIONAL DE MECANISMOS DE LEGITIMACIÓN IDENTITARIA

La comunidad de Nuevo San Juan, a pesar de la casi desaparición del idioma étnico, participa de fuertes lazos identitarios derivados de su larga historia compartida, por lo menos, desde su congregación como República de indios en el colonial siglo XVI. Como hemos visto, la historia

CUADRO 3. TABULACIÓN DE CRITERIOS PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO

Nota	DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO DEL CRITERIO	EFECTO POSIBLE SOBRE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DEL PREDIO
1	Desempeño muy débil	Fuertemente adverso a las condiciones ambientales; orientación segura hacia la “tragedia de los comunes”
2	Desempeño débil	Adverso a las condiciones ambientales; orientación hacia la “tragedia de los comunes”.
3	Desempeño regular	Indefinido; posible orientación hacia la “tragedia de los comunes
4	Desempeño fuerte	Favorable; posible orientación hacia la sustentabilidad ambiental
5	Desempeño muy fuerte	Fuertemente favorable; segura orientación hacia la sustentabilidad ambiental

de la comunidad es antigua y sujeta a múltiples avatares, conflictos, tragedias y sucesivas adaptaciones.

Desde muy temprano en su historia la comunidad se presenta ante el exterior como una “corporación” que de facto gobierna (aunque en subordinación a la Corona y tutela del clero), sus asuntos internos. Desde sus inicios se presenta como un “sujeto” que alegó una personalidad jurídica propia para solicitudes de “estancias de ganado” y “mercedes de tierras”; para disminuir sus tributos o para restringir sus prestaciones de trabajo a encomenderos y reales de minas.

Redes familiares, organizaciones barriales para la celebración de los santos, cofradías, ciclo de fiestas, comunión en signos culturales (idioma, valores, costumbres de vestido, de mesa, de prácticas productivas y productos, etc.), son el horizonte de fondo que soporta una lealtad primaria de los individuos para la comunidad. Lealtad que no se da de una vez y para siempre sino que, se debilita o se

reafirma o se redefine conforme los dilemas que la comunidad ha vivido en su historia.

En la historia reciente existen tres hechos destacados para el fortalecimiento identitario de la comunidad de San Juan; el primero fue la erupción del volcán Parícutín que de alguna manera igualó a todos los habitantes en la pobreza y los empujó a construir un nuevo pueblo. El segundo hecho fue el acto de reconstitución legal de la comunidad indígena como comunidad agraria que permitió la propiedad comunitaria de la tierra rompiendo el sistema de mediería. Y el tercer hecho fue el nacimiento de la empresa forestal que introdujo los incentivos necesarios para que los individuos dieran mayor peso al proyecto colectivo que hacia lo individual. Con el tiempo y los sucesivos logros de la empresa, la Asamblea General de Comuneros fue levantando su legitimidad y prestigio frente a los comuneros en lo individual. No obstante las disputas con aquellas familias de antiguos notables que han venido reivindicando derechos de propiedad privada en los tribunales agrarios hasta la actualidad.

Sin embargo, hay que considerar los procesos que tienden a cuestionar la solidaridad identitaria primigenia de la comunidad como un hecho presente en la vida cotidiana de San Juan. Un aspecto relevante es la disolución de la lengua étnica y el debilitamiento del sistema de cargos religiosos que corresponde al mismo periodo posterior a la fundación del Nuevo San Juan y su conversión económica y organizativa de “sociedad tradicional campesina” a una “comunidad empresa”. Dicha conversión implicó centralización de los recursos, modernización tecnológica y estructuración empresarial de líneas de mando, que si bien ha favorecido la eficiencia empresarial, también ha generado “estamentos” (los profesionales, los trabajadores de la empresa, los fleteros, los que permanecen como comuneros distanciados, etc.) con sus diferentes oportunidades y posibilidades de ingreso. Las diferencias entre estamentos finalmente se traducen en fuentes de tensión al interior del núcleo comunitario y algunas escisiones (tal es el caso de aquel grupo de comuneros ¿o ex-comuneros? que se identifican a si mismos como ejidatarios de San Juan); o bien en que cada comunero en su decisión de “cooperar” o “no cooperar” sea cada vez más relevante la tasación de beneficios contra costos económicos que la percepción del proyecto comunitario como destino corporativo compartido. Sea como fuere, la comunidad ha logrado, hasta ahora, superar esas tensiones de tal manera que estimamos para este criterio un desempeño fuerte (nota 4).

CLARA DEFINICIÓN DE LÍMITES

La comunidad de Nuevo San Juan tiene resuelto gran parte de su conflicto agrario. De las 18,139 ha que amparan su resolución presidencial un aproximado de 4,000 hectáreas están en disputa. En su conflicto con la comunidad de Angahuan, que reclama la propiedad histórica de 3,000 ha, la posesión efectiva de la tierra la tiene Nuevo San Juan y es muy probable que el tribunal agrario falle a su favor. En la mayoría de las disputas con pequeños propietarios, que reclaman 1,000 hectáreas distribuidas en 133 polígonos de diverso tamaño, los litigios han sido ganados por la comunidad y es probable que en dos o tres años las sentencias en última instancia sean definitivamente pronunciadas.

Por otra parte, hacia el interior de la comunidad, las asignaciones de áreas y recursos para su manejo en “bien común” están perfectamente establecidas frente aquellas áreas y recursos asignados al “bien particular”. Nadie de entre los comuneros puede invocar, con razones suficientes, confusiones y ambigüedades. En conjunto se considera que el desempeño en este criterio es fuerte en virtud de que están bien delimitadas las facultades y obligaciones al interior de la comunidad. Sin embargo, la situación aún inconclusa de varios asuntos agrarios hace que la situación no sea excelente (nota 4).

CONGRUENCIA

La congruencia entre el beneficio particular obtenido por los comuneros frente al costo aportado a la institución comunitaria está condicionada, antes que cualquier otra cosa, por la pertenencia del comunero a una compleja red de relaciones sociales, donde lo económico es sólo una parte. Renunciar a la comunidad y a su sistema de reglas supone la difícil decisión de renunciar a un modo de vida. Dicho esto, en la comunidad de Nuevo San Juan se presentan un conjunto de beneficios que incentivan el mantenimiento de una institución comunitaria exitosa.

El desarrollo de la empresa forestal ha generado una importante derrama de recursos monetarios y empleo permanente para muchos comuneros; además de financiar proyectos de beneficio social y múltiples negocios comunitarios, grupales o particulares, entre sus miembros. Un cálculo estimado en un documento de la propia comunidad informa que la derrama económica generada exclusivamente por la empresa forestal es del orden de los cinco millones de pesos mensuales para 1999 y la

generación de 950 empleos directos y permanentes, además de 600 empleos temporales.

Por ejemplo, en el caso del “cuartelero o poseedor” el beneficio de sostenerse en el acuerdo comunitario es múltiple, pues además de recibir el dinero correspondiente a los árboles cortados, recibe el beneficio añadido de la conservación del bosque, la protección ante la tala clandestina e incendios, la participación como socio en la planta resinera donde entregan el producto. Pero sobre todo, el beneficio de emplearse en la empresa y negocios comunales y ser sujeto de crédito y diversos beneficios derivados o promovidos por la comunidad. Por supuesto romper, formal o informalmente los acuerdos comunitarios, le traería graves consecuencias, no solo en lo económico, sino también en su calidad de comunero, pues finalmente es en la Asamblea General de Comuneros donde radica la personalidad jurídica del núcleo de población y la propiedad sobre la tierra.

Por otra parte, en la comunidad de Nuevo San Juan, y en particular en el área dentro del Parque Nacional, se encuentra una fuerte congruencia entre las condiciones ambientales específicas y los impactos humanos derivados del manejo y sustracción de los recursos naturales. Las reglas de acceso de dimensión “política” están insertas en el estatuto comunitario (derechos y obligaciones), y las reglas de acceso de “dimensión técnica” que regulan tiempos, lugares, tecnologías y cantidad de recursos sustraídos, están inscritas en el Programa de Manejo Forestal. En su conjunto, la relación entre la condición ambiental y el impacto de los aprovechamientos tiende hacia la “conservación”, como se muestra con los datos citados. En conjunto consideramos que el desempeño en este criterio es muy fuerte (nota 5).

CAPACIDAD DE ARREGLOS PARA LA “ACCIÓN COLECTIVA”

La comunidad de Nuevo San Juan tiene una fuerte capacidad para la efectiva aplicación de las reglas establecidas en el ámbito comunitario. Es evidente, a la luz de las condiciones ambientales del área estudiada que no se presentan intervenciones en los bosques por fuera de las directrices del Programa de manejo forestal.

En cuanto a la capacidad de los individuos para modificar las reglas establecidas, encontramos una construcción institucional donde cualquier modificación de los consensos sociales debe pasar necesariamente por el examen de la Asamblea General de Comuneros, donde domina más una

actitud por desarrollar el modelo ya establecido que la de modificar los principios del acuerdo comunitario.

Sin embargo, la flexibilidad es mayor en la modificación o ajuste a las reglas referentes a aspectos técnicos de la administración de la empresa forestal, del manejo del bosque, de los negocios, los programas y los fondos comunitarios. Un ejemplo de ello fue la cancelación del mecanismo de “reparto de utilidades” que se consideró inconveniente por diluir la capacidad de reinversión de la comunidad. A cambio de ello se acordó construir un fondo financiero dedicado al impulso de nuevos negocios comunitarios o bien destinados a dar créditos blandos a los comuneros para el desarrollo de negocios particulares tales como la adquisición de camiones “troceros” (que dan servicio a la comunidad), la compra de huertas de aguacate en tierras fuera de la comunidad, para adquisición o remodelación de viviendas, etc.

Es claro que la comunidad de Nuevo San Juan ha desarrollado una gran capacidad para impulsar acciones concertadas en beneficio tanto de la comunidad como cuerpo organizado como para el beneficio del comunero en lo individual. En conjunto el desempeño en este criterio es muy fuerte (nota 5).

PRESENCIA Y CALIDAD DE PRÁCTICAS DE MONITOREO, VIGILANCIA Y AUDITORÍA

Las prácticas de monitoreo sobre los recursos existentes son altamente elaboradas. La dirección técnica manejada por profesionales de la misma comunidad cuenta con un sofisticado sistema de información geográfico con información recurrentemente renovada que detecta los cambios ambientales con una gran precisión y ubicuidad. Paralelamente el programa de manejo forestal tiene desplegadas una serie de herramientas de monitoreo inherentes al “Método de Desarrollo Silvícola (M.D.S.)” que implica el establecimiento de parcelas forestales demostrativas de diversa índole (regeneración, cálculos de incremento anual, etc.), soportadas en un inventario forestal bastante preciso. La vigilancia es estricta y eficaz tanto en aspectos relacionados con la tala clandestina como en la prevención y combate de incendios forestales. Cuentan con una torre de vigilancia y quince patrullas equipadas con un sistema de radiocomunicación que recorren diariamente la red de caminos forestales. En conjunto se considera que el desempeño en este criterio es muy fuerte (nota 5). Debemos agregar el sistema de brigadas que se utiliza solo en casos

de siniestros y que se organiza por áreas de la empresa y el sistema de resineros para detección de incendios o intromisión de otras comunidades. Además un sistema productivo de huertas en los sitios conflictivos con doble función.

SISTEMA DE SANCIONES EFECTIVAMENTE APLICADAS

El reglamento comunitario contempla una serie de sanciones ante actos que atenten contra la estructura básica comunitaria; por ejemplo vender tierras comunales a gente de fuera o bien propiciar la tala clandestina. La sanción más radical es la “suspensión de derechos” de manera temporal o permanente; acto al que muy raramente se recurre. Más allá de las sanciones formales existen una serie de mecanismos que directamente pueden afectar a los infractores, tales como la posibilidad de perder los diversos beneficios comunitarios. El sistema de sanciones siempre se refiere al manejo de recursos, aquellas infracciones mayores o delitos de otro orden son tratados directamente ante el ministerio público. En conclusión se considera que el desempeño en este criterio es muy fuerte (nota 5).

PRESENCIA Y CALIDAD DE MECANISMOS RECONOCIDOS COMO INSTANCIAS PARA LA SOLUCIÓN DE CONFLICTOS

La figura encargada de resolver los conflictos entre comuneros referentes al acceso y manejo de recursos es el “Consejo Comunitario” nombrado por la asamblea de comuneros, ésta instancia, junto con el Comisariado de Bienes Comunales, tratan los problemas relevantes de la comunidad y dan solución a las disputas y conflictos que se presenten. En el ámbito de conflictos laborales al interior de la empresa el encargado de resolver las diferencias y reclamos es el Administrador de la Empresa. En conjunto consideramos que el desempeño en este criterio es fuerte (nota 4).

RECONOCIMIENTO DEL ESTADO AL SISTEMA DE “GOBIERNO” LOCAL

La figura jurídica de “Comunidad Agraria” está plenamente reconocida por la Ley Agraria. A diferencia del régimen ejidal que tiene una reglamentación más definida, en el régimen comunal la ley considera sólo principios de reglamentación general y deja la precisión de los derechos y obligaciones de los comuneros a lo definido en el “Estatuto Comunal”

elaborado y acordado en el ámbito de la “Asamblea General de Comuneros” y en su caso asentado en el Registro Nacional Agrario. Adicionalmente el gobierno federal ha concedido una serie de reconocimientos que finalmente tienen peso legal, tales como la concesión de servicios técnicos a la comunidad, la autorización de sus planes de manejo forestales, financiamiento de proyectos diversos, etc. Este reconocimiento legal también ha sido acompañado por uno de carácter político dadas las recurrentes visitas del Presidente de la República, gobernadores y de múltiples secretarios de Estado. En el ámbito municipal la presencia de la comunidad es siempre determinante, en los últimos gobiernos municipales han estado ocupados por comuneros de Nuevo San Juan. En conjunto consideramos que el desempeño en este criterio es muy fuerte (nota 5).

ESTRUCTURAS JURISDICCIONALES AL INTERIOR DEL SISTEMA DE GOBIERNO LOCAL

En la comunidad de Nuevo San Juan se presentan una serie de órganos de “gobierno” internos con funciones específicas: como autoridad máxima se tiene a la Asamblea General de Comuneros que elige a los miembros del Comisariado de Bienes Comunales (presidente, secretario y tesorero) cuya función es el resguardo de la integridad territorial comunitaria y la regulación de los derechos de acceso entre los comuneros, así como el responsable formal de las relaciones políticas comunitarias. Así mismo se elige a un Consejo de Vigilancia encargado de avalar o rechazar las decisiones del Comisariado y de solucionar en primera instancia las quejas y disputas de los comuneros. La Asamblea también elige al administrador de la empresa forestal, que tiene a su cargo la designación de los responsables operativos (jefe de aprovechamiento, jefe de aserrío, responsable de ventas, etc.) También la Asamblea designa al Director Técnico Forestal encargado del manejo y monitoreo de los aprovechamientos del bosque.

Para mantener los consensos internos y el control de sus oficiales y funcionarios la Asamblea ha generado un órgano especial denominado “Consejo Comunitario” compuesto por un grupo de comuneros destacados por su capacidad y lealtad hacia la comunidad y a la asamblea; este Consejo tiene funciones de consulta y aval para la toma de decisiones importantes o estratégicas; de alguna manera funciona como auditor general de la comunidad. En resumen se considera que el desempeño en este criterio es muy fuerte (nota 5).

LA COMUNIDAD FRENTE AL PARQUE NACIONAL

Como se explicó, la comunidad tiene una área de 2,021 hectáreas dentro del Parque Nacional donde se realizan actividades agrícolas y extracción de resina. La conservación y vigilancia del bosque son sumamente estrictas de tal manera que no se presenta tala de árboles. El programa de manejo de la comunidad plantea la intervención de ese bosque para el año 2010 donde se espera que la situación jurídica del parque cambie. Por lo pronto la SEMARNAT aprobó el programa de manejo y nueve anualidades del plan de cortas. En principio, la comunidad de Nuevo San Juan ve como un inconveniente la figura de Parque Nacional sobre su territorio, máxime que esa figura sólo existe en papel mientras que la comunidad es la que realiza los gastos de vigilancia y protección del área.

Por otra parte, se han hecho fructíferos acercamientos con la comunidad de Calzontzin, dejando en la historia las fuertes disputas que tuvieron en el pasado. Los acercamientos han versado sobre el interés que tiene la comunidad de comprar madera a los de Calzontzin con el doble propósito de aumentar su abasto de madera y cerrarle el paso al tráfico ilegal de madera que realiza gente de Angahuan, en las tierras de Calzontzin, y que también afectan a Nuevo San Juan. Para tal efecto se ha expresado la disposición de apoyar a Calzontzin en realizar su propuesta de programa de manejo forestal en la perspectiva de una eventual aprobación de las autoridades ambientales, sin embargo esa iniciativa esta fuertemente desincentivada gracias a que por ser Parque Nacional no se permiten aprovechamientos sostenidos. Para Nuevo San Juan el Parque Nacional, tal como esta definido es una limitante institucional. Quizás aquí hay que hacer una discusión de los beneficios que obtiene la comunidad en términos de proyectos de conservación

Finalmente, y a manera de resumen en el cuadro 4 se muestran de manera general los criterios y la estimación de los valores que se atribuyeron a los criterios de calidad de los artificios institucionales para el control, acceso y manejo de los recursos.

SÍNTESIS GENERAL

El perfil anterior describe las bondades de la organización comunal presente en Nuevo San Juan, así como los aspectos a los que debe poner más atención desde el punto de vista social. Los retos futuros son aún grandes puesto que buena parte del éxito logrado se basa en la estabilidad de

CUADRO 4. CRITERIOS Y LA ESTIMACIÓN DE LOS VALORES QUE SE ATRIBUYERON A LOS DIFERENTES CRITERIOS DE CALIDAD DE LOS ARTIFICIOS INSTITUCIONALES PARA EL CONTROL, ACCESO Y MANEJO DE LOS RECURSOS

CRITERIO	DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO DEL CRITERIO	NOTA
Calidad funcional de mecanismos de legitimación identitaria	Desempeño fuerte	4
Clara definición de límites	Desempeño fuerte	4
Congruencia	Desempeño muy fuerte	5
Capacidad de arreglos para la “acción colectiva”	Desempeño muy fuerte	5
Presencia y calidad de prácticas de monitoreo, vigilancia y auditoría	Desempeño muy fuerte	5
Presencia de un sistema de sanciones efectivamente aplicadas	Desempeño muy fuerte	5
Presencia y calidad de mecanismos reconocidos como instancias para la solución de conflictos	Desempeño fuerte	4
Reconocimiento del Estado del sistema de “gobierno” local	Desempeño muy fuerte	5
Presencia de estructuras jurisdiccionales al interior del sistema de gobierno local	Desempeño muy fuerte	5
Promedio	Desempeño entre fuerte y muy fuerte	4.6

los mecanismos sociales de toma de decisiones. Los programas de aprovechamiento, no obstante, deben responder a la vocación y capacidades de los propios recursos naturales. Los ingresos económicos dependen también de mecanismos estratégicos de los nuevos mercados como es la venta de servicios ambientales, la consultoría, la proyección internacional y la venta de productos por “intercambio justo”. Todo esto no es considerado integralmente por las autoridades presentes, quienes se concretan a mantener la dinámica funcional de la comunidad para asegurar el pago semanal de los empleados. Las diversas alternativas de mercados económicamente atractivos (por ejemplo la actividad agropecuaria tecnificada, modernizada y transgenizada) han motivado serias discusiones dentro de la misma comunidad. Estas discusiones dejan ver la vulnerabilidad ambiental-social que puede desequilibrarse por mercados de alta rentabilidad a corto plazo pero de nula durabilidad a mediano y largo plazos. En síntesis, la planeación estratégica con cara al futuro característica de la comunidad (ver capítulo 17) se ha perdido y es fundamental recuperar dicha visión para poder mantener el liderazgo logrado que en términos relativos es muy superior a la media nacional de otras empresas tanto privadas como sociales del sector rural de México.

CATORCE

Los sistemas de uso del suelo tradicionales

Juan Pulido y Gerardo Bocco

INTRODUCCIÓN

LOS PRODUCTORES Y ACTORES DEL SISTEMA PRODUCTIVO TRADICIONAL (SPT)

A pesar de que la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP) es un ejemplo a nivel nacional por el manejo racional de sus recursos, existe una parte de ella que ha sido poco estudiada y que representa el origen del manejo de sus tierras: la agricultura tradicional, la cual se ha visto amenazada en su continuidad por diversos factores.

El SPT ha persistido en la CINSJP, a pesar de las desventajas comerciales que enfrenta con respecto al maíz que es utilizado por la industria de la tortilla. Además, la continuidad generacional se ve trunca por no ser atractiva para los jóvenes, quienes más bien buscan otras alternativas económicas para su sobrevivencia.

La comunidad reconoce oficialmente a 1,229 comuneros jefes de familia, y partiendo de un promedio estimado de seis integrantes por unidad familiar, hacen un total de 7,374 comuneros. Sin embargo, en la población de Nuevo San Juan viven además de los comuneros, un número aproximadamente similar de vecindados, repartidos tanto en el pueblo como en rancherías cercanas, por lo que el número total de habitantes se estima en alrededor de 16,300 personas (CINSJP 1988, INEGI 2000).

El presente capítulo resume los aspectos más relevantes del manejo tradicional de la tierra para fines agrícolas en la comunidad, y resalta la importancia del conocimiento tradicional y la visión integradora de los productores que la practican, como base para la recomendación de algunas prácticas mejoradas de manejo del sistema.

Además, se trata de documentar un sistema en riesgo de extinción y del cual vale la pena dar a conocer a otras comunidades para que su enfoque y contenido sea valorizado por sus virtudes y ventajas que lo hacen estar más cerca de una agricultura sustentable que de la agricultura convencional.

MÉTODOS

El trabajo se realizó en el área de la CINSJP, al suroeste de la parte que se ubica al pie del cerro Tancítaro. En las tierras donde se practica el sistema tradicional, las altitudes varían de 2,800 msnm (rancho San Nicolás) hasta 3,200 msnm (cerro La Laguna). Predomina el clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano. Las heladas son muy frecuentes, y junto con las granizadas impiden el adecuado desarrollo de cultivos, excepto el maíz y algunos pastos inducidos de uso pecuario (Lemus 1995). Existe por lo tanto, una fuerte restricción ambiental para la práctica de la agricultura convencional.

Es una zona montañosa donde abundan los volcanes y donde la agricultura se realiza sobre laderas y valles intermontanos. Esto significa que las tierras son sumamente susceptibles a la erosión (deslave), sobre todo cuando se cortan los árboles. Muchas de las tierras se encuentran cubiertas de ceniza volcánica (arena) lo que influye de diversas maneras sobre el cultivo de maíz (figura 1)

Los tipos de suelo presentes son los conocidos como Andosoles, los cuales normalmente son aptos para vegetación de bosque de coníferas, pero no para agricultura. Tienen como característica física que guardan mucha humedad durante todo el año, lo que permite realizar la siembra de "humedad".

La vegetación natural es de pino-encino (*Pinus leyophyla*, *P. michoacana*, *P. Montezumae*, *Quercus* sp.), principalmente, aunque en ciertos sitios se puede encontrar bosque de oyamel (*Abies religiosa*) y aile (*Alnus* sp.) (CINSJP 1998, Lemus 1995).

El estudio fue hecho en la zona de la comunidad conocida como San Nicolás, que es una ranchería, actualmente casi deshabitada, alrededor

FIGURA 1. VISTA PARCIAL DE LAS CONDICIONES GEOGRÁFICAS DE LA ZONA DE AGRICULTURA TRADICIONAL EN LA CINSJP, MICHOACÁN (AL FONDO PORCIÓN ORIENTE DEL CERRO TANCÍTARO)



de la cual se encuentran las tierras de cultivo donde se practica la agricultura tradicional. La superficie de tierras estudiadas fue de aproximadamente 1,000 hectáreas.

El trabajo consistió de dos fases y se llevó a cabo durante los años de 1998 y 1999. La primera consistió de entrevistas con productores tradicionales y la segunda de mediciones y observaciones de campo. Los resultados de estas dos fases sirvieron para caracterizar el sistema productivo tradicional (SPT), es decir la forma en que los campesinos aprovechan sus tierras para fines agrícolas, pecuarios y forestales. De los aproximadamente 1,229 comuneros jefes de familia, se estima que solamente 60 practican aún la agricultura tradicional en el área donde se llevó a cabo este estudio, por lo que se realizaron entrevistas (encuestas) individuales a 20 de esos productores. Estas entrevistas se realizaron en el campo o en los domicilios de los productores, dependiendo de la disponibilidad de tiempo de ellos. De los resultados de estas encuestas se obtuvo información sobre aspectos socioeconómicos de los productores, así como de la descripción de las actividades productivas dentro del SPT, que fueron contestadas por la mayoría de los entrevistados.

En las entrevistas se obtuvieron datos relativos a la condición socioeconómica de los productores; el modo de trabajo de sus tierras; la problemática y alternativas en torno a sus actividades productivas.

El trabajo de campo propiamente dicho consistió en recorrer y conocer las clases de tierra de toda el área de estudio, para después hacer los mapas respectivos de parajes, cobertura de terreno y clases de tierras.

Por otra parte, se seleccionaron diez sitios en tierras de uso agrícola (tierras de labor), con la finalidad de hacer una valoración de la fertilidad del suelo y correlacionar algunas variables químicas del suelo con los componentes de productividad del cultivo de maíz.

Los sitios fueron seleccionados de tal manera que presentaran las tres clases de tierra campesinas, es decir; corriente, regular y buena. Esta condición se cumplió en pequeños transectos en laderas, donde las clases anteriores coincidieron con la parte alta, media y baja respectivamente.

Además, en ocho de esos diez sitios se tomaron muestras de plantas de maíz para estimar los rendimientos tanto de rastrojo como de grano de maíz.

RESULTADOS

La presente sección integra la información generada por las encuestas y los muestreos de campo.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LOS PRODUCTORES TRADICIONALES

De acuerdo con los resultados de las entrevistas aplicadas a los productores tradicionales, se pudo observar que el SPT es practicado por una pequeña porción de los pobladores de Nuevo San Juan, generalmente los más viejos, cuya edad promedio es de 67 años, lo que refleja poca integración de los hijos mayores de edad a las actividades del campo. En cuanto a la escolaridad, se encontró que el nivel máximo entre ellos es el sexto grado de educación primaria y que el 30% de los mismos no sabe leer ni escribir. Estos dos aspectos representan un riesgo para la sobrevivencia del SPT, entre otras cosas porque dificultan la continuidad del conocimiento tradicional. Sobre ese riesgo, los resultados muestran un paulatino abandono de las actividades del campo. Los resultados indican que 60% de los entrevistados trabaja actualmente sus tierras, el resto han cedido sus parcelas a sus hijos, o puede ser que las den parcialmente a otros productores, o se han retirado de las actividades de campo por problemas de salud.

En relación con la participación de los integrantes de la familia, se encontró que 45% de las esposas trabajan solamente en labores del ho-

gar, mientras que el 20% lo hace en el hogar y en actividades de campo. Esto indica que las mujeres tienen una participación importante dentro del SPT, además de ser las responsables de las actividades domésticas. Por otra parte, solo el 50% de los entrevistados cuenta con servicio médico oficial, principalmente por extensión de los derechos de sus hijos que tienen empleo en la empresa comunal, en tanto que el otro 50% recurre al servicio particular o a la automedicación.

Por otra parte, aunque la comunidad se reconoce indígena, en la práctica ha existido el rechazo hacia la lengua hablada desde hace varias décadas por una supuesta inferioridad del indígena frente al mestizo. Esta es la razón por la que el 79% de los entrevistados manifiesta que entiende la lengua porhé pero sólo el 20% acepta que también la habla. De acuerdo con sus testimonios hace unos 40-50 años, en esta región como en otras del país, los padres prohibían a sus hijos hablar la lengua indígena porque ser "indio" era malo y por tanto había que hablar "castilla", es decir, español, y vestir y comportarse como mestizos. Posiblemente parte de los problemas de desarrollo y autovaloración de estas comunidades tenga sus raíces en ese tipo de creencias equivocadas.

EL ENFOQUE INTEGRAL DEL SISTEMA PRODUCTIVO TRADICIONAL

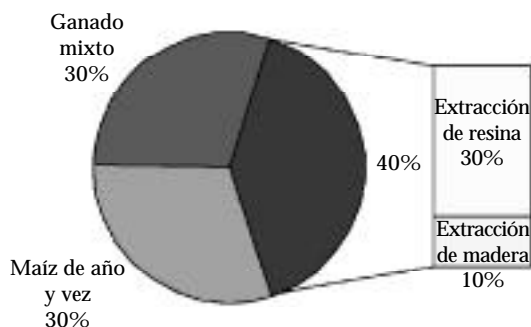
El objetivo de las actividades dentro del SPT es satisfacer las necesidades básicas de los productores como son: producción de grano de maíz para alimentación humana y animal, producción de forraje para ganado y animales de trabajo, cría de ganado para venta y obtención de derivados animales (carne y leche) para autoconsumo, obtención de resina para venta, obtención de madera para diversos usos (construcción de viviendas y graneros o ticanchas, obtención de postes, elaboración de tejamanil, etc.) y leña para el hogar.

Como ya se comentó, generalmente los campesinos se dedican a más de una actividad, con una distribución típica del tiempo dedicado por el productor tradicional de la manera siguiente: siembra maíz de año y vez (30%), explota un pequeño hato de ganado vacuno (30%) y dedica parte de su tiempo durante el año a la extracción y recolección de resina (30%), y a actividades relacionadas con el aprovechamiento maderable (10%), como se observa en la figura 2. Al respecto, el aprovechamiento del bosque con fines maderables en su mayor parte lo realiza directamente la empresa comunal (CINSJP 1998). Esto demuestra el carácter

integral de los subsistemas, es decir que para la unidad productiva todas las actividades tienen la misma importancia.

Por otra parte, se puede decir que en el SPT no se busca maximizar los ingresos monetarios, sino más bien obtener los máximos beneficios, en especie, de la tierra, con la menor inversión de recursos monetarios, empleando los recursos internos a la unidad de producción y disminuyendo los insumos externos, como se indicará más adelante.

FIGURA 2. IMPORTANCIA RELATIVA DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS PARA LOS PRODUCTORES TRADICIONALES DE LA CINSJP, MICHOACÁN

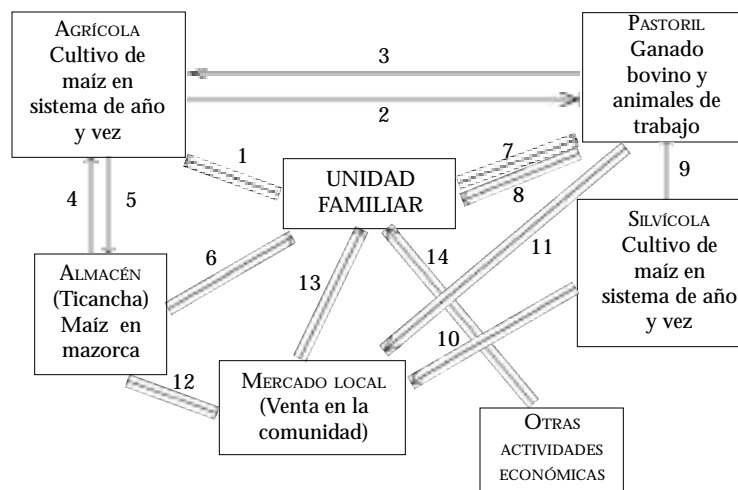


DINÁMICA DEL SISTEMA PRODUCTIVO TRADICIONAL

Subsistemas del SPT. El sistema productivo tradicional o SPT como le hemos llamado aquí, es un esquema de producción fundamentalmente de autosuficiencia, que integra varias actividades productivas íntimamente relacionadas. Conceptualmente se trata de un sistema agroforestal, más específicamente agro-silvo-pastoril, ya que el aprovechamiento del bosque, el cultivo de maíz y la cría de ganado, son actividades íntimamente ligadas, en términos productivos y geográficos, como se esquematiza en la figura 3. Con el propósito de facilitar la caracterización y análisis del SPT, éste puede ser desmenuzado en los siguientes subsistemas:

- a) Subsistema agrícola: cultivo de maíz bajo el sistema de humedad con la variante de año y vez donde los residuos de cosecha son utilizados para la alimentación de ganado de libre pastoreo (trashumante).
- b) Subsistema silvícola: áreas forestales con diversos grados de explotación, bajo manejo controlado para la extracción de madera y resina, que se utilizan también para el pastoreo libre de ganado.

FIGURA 3. SUBSISTEMAS DEL SISTEMA PRODUCTIVO TRADICIONAL (SPT): UNIDAD DE PRODUCCIÓN TÍPICA EN LA CINSJP



Principales interacciones: 1. Trabajo familiar en labores agrícolas. 2. Fuerza de tracción en labores agrícolas; estiércol (abono). 3. Forraje, rastrojo y pastos nativos. 4. Maíz, producto de la cosecha. 5. Semilla para siembra. 6. Consumo humano de maíz en diversas formas. 7. Cuidado de animales; alimentación. 8. Medios de tracción y transporte, eventualmente carne y leche. 9. Forrajes; pastos nativos. 10. Venta de resina en la empresa comunal. 11. Venta de ganado bovino para carne. 12. Venta de grano de maíz para consumo humano y animal. 13. Ingresos monetarios por venta de productos del SPT. 14. Ingresos por otras actividades fuera del SPT.

- c) Subsistema pastoril: consiste de ganado bovino cuyo propósito principal es para carne y que se mueve constantemente del subsistema silvícola al agrícola dependiendo de la disponibilidad de forraje.

Existen otras actividades agrícolas dentro de las tierras comunales pero que no están contempladas dentro del área de agricultura tradicional, sino en otras áreas de la comunidad, y que corresponden a la producción frutícola (aguacate y durazno) y al cultivo de maíz bajo temporal estricto. Los frutales se cultivan en la zona sur de la comunidad, donde el clima es de tipo semicálido, y en la zona norte, con clima templado subhúmedo donde los fríos son menos intensos que en el área de agricultura tradicional. La segunda corresponde a la producción de maíz, en ocasiones asociada con frijol, en tierras de temporal estricto, esto es, donde las tierras no son de humedad. A continuación se describen brevemente los subsistemas del SPT.

La producción de maíz o subsistema agrícola: En el área de agricultura tradicional de la CINSJP el principal cultivo es el maíz (*Zea mays* L.), aunque también se cultivan otros en menor proporción como son: pasto "Rye grass" (*Lolium* sp.) y avena (*Avena sativa* sp.), los cuales se cultivan para propósitos forrajeros. En casos muy contados se observa haba (*Vicia faba*), chilacayote (*Cucurbita* sp.), y frijol *k'ok'otz* o frijola (*Phaseolus* sp.). Algunos otros fueron indicados pero no se observaron en el campo, como son: papa (*Solanum tuberosum*), alfalfa (*Medicago sativa*), y janamargo (*Vicia sativa*).

Este subsistema aporta dos productos principales que son el grano de maíz para la alimentación de humanos y animales y el rastrojo (residuos de cosecha del maíz) que sirve para la alimentación de ganado bovino mediante pastoreo libre.

El ganado (subsistema pastoril): El tipo de ganado que se explota aquí es mixto, esto es, son hatos pequeños de bovinos y equinos de trabajo (caballos, mulas, machos y burros). Estos últimos son un componente muy importante del SPT, ya que son utilizados como fuente de tracción en las labores agrícolas y como medios de transporte. Los bovinos por su parte son para propósito de carne y en menor grado para la producción de leche para el consumo familiar. El ganado representa una especie de "caja de ahorro" familiar, ya que los animales son vendidos o utilizados en casos de emergencia económica o algún tipo de compromiso sociocultural. En este sentido, el 50% de los entrevistados manifestó contar con animales de trabajo propios: 7 bovinos y 2 equinos, en pro-

medio, los cuales son alimentados principalmente (45%) mediante pastoreo libre sobre terrenos con residuos de cosecha, o en áreas con vegetación herbácea o de monte.

El ganado bovino está formado de algunas vacas, becerros y toretes, de raza criolla, en hatos que van de cinco a diez cabezas normalmente. Estos animales son llevados todas las mañanas a los predios o potreros donde pastorean de manera libre. Los animales son introducidos en los predios agrícolas después de la cosecha de maíz, donde se ha dejado la caña o rastrojo en pie para que sean consumidos por ellos. Posteriormente, cuando ya no hay rastrojo, el ganado es llevado a pastorear al monte o a las áreas con otro tipo de cobertura de terreno como son los jarales y pajonales. El pastoreo en el monte se realiza prácticamente durante todo el año. En ciertos períodos, los animales son regresados a las tierras agrícolas durante el período de descanso, cuando hay mayor presencia de plantas herbáceas.

Por el tipo y forma de alimentación tradicional, los animales no ganan peso y como consecuencia la producción de carne y leche es baja. Hay que resaltar que las reses transitan grandes distancias para buscar alimento y beber agua, gastando un buen porcentaje de energía y proteínas en ese trayecto. Por las tardes el ganado es trasladado hacia los corrales, los cuales se ubican en los ranchos cercanos (San Nicolás y Tiscato). La distancia promedio de recorrido que realizan los animales del rancho a la zona de pastoreo se estima entre 3 y 8 km por día.

El ganado equino o caballar, normalmente se emplea para labores de tracción y carga, y por lo regular cada productor cuenta con dos ejemplares en un hato mixto. Estos animales son utilizados como tiro animal, y se emplean en la preparación de las tierras (barbecho y cruza) y en la siembra y escarda posteriores. También son utilizados para el transporte de todo tipo de insumos para la agricultura, y de productos de la cosecha (mazorca), así como acarreo de leña y madera para consumo en el hogar. Se utilizan también como medio de transporte en la extracción de resina.

Los asnos son básicamente para carga y transporte, tanto para acarreo de insumos y productos como para humanos, y el ganado aviar para consumo de carne y huevo.

Aprovechamiento forestal (subsistema silvícola): Debido a que este tema se aborda en otros capítulos de este mismo libro, aquí se mencionan de manera breve únicamente aquellas actividades silvícolas que tienen que ver con el sistema productivo tradicional, como son la extracción de resina y madera, así como del uso del bosque como potreros para el pastoreo de animales.

Aprovechamiento maderable: Aunque la comunidad cuenta con una gran superficie arbolada, los comuneros no explotan directamente sus bosques, sino que lo hacen a través de la empresa comunal, teniendo un convenio interno donde el comunero recibe a cambio una cuota en efectivo denominada "derecho de monte" que es asignada por la misma empresa. En este sentido, el 60% de los productores entrevistados indica que cuenta con bosque. De este modo, los productores realizan tan solo una pequeña extracción de leña, para elaboración de tejamanil y para construcción de viviendas. En relación con la propiedad de la tierra, no todos los comuneros tienen derechos de monte, lo cual tiene que ver con la historia de asignaciones en décadas anteriores, incluso antes de 1945, año en que la comunidad tuvo que cambiar de lugar de asentamiento.

Es importante señalar que la propiedad comunal del bosque en esta área realmente se está utilizando como tal, ya que el manejo y la extracción de madera se hace a través de la dirección técnica forestal y los comuneros reciben un "derecho de monte" en efectivo, el cual depende de la superficie forestal que tenga asignada cada uno de ellos. Al igual que las tierras agrícolas, la superficie asignada no implica una posesión privada, sino un reconocimiento de uso al interior de la comunidad y su origen se remonta a la historia de posesiones anteriores a la legitimación de los derechos de la comunidad dada en 1991 (Garibay y Bocco 2000).

De acuerdo con la información de la comunidad (CINSJP 1998), las especies forestales de mayor importancia económica, tanto por su abundancia como por su demanda en el mercado, pertenecen al género *Pinus*, y en menor grado a otros como *Abies*, *Quercus* y *Alnus*.

Reforestación. Una actividad adicional que se ha estado impulsando desde hace varios años, es la reforestación. Esta actividad se ha visto motivada por los beneficios y ventajas en la productividad que muestra el bosque respecto al cultivo tradicional de maíz de año y vez, y también por los apoyos directos (dinero en efectivo) que reciben los propietarios de los predios reforestados a través de programas gubernamentales de subsidio. La reforestación se lleva a cabo principalmente en áreas donde ya no existe bosque maderable y en su lugar hay vegetación secundaria de arbustos y herbáceas con relictos de vegetación arbórea. Son normalmente áreas con relieve irregular y/o con afloramientos rocosos (malpaíses y pedregales) que impiden la apertura de tierras para cultivo de plantas anuales. En otros casos la reforestación se hace sobre tierras muy deslavadas que han perdido su fertilidad.

Aprovechamiento no maderable, extracción de resina. Durante el tiempo en que no se requieren labores agrícolas en el cultivo de maíz, los campesinos trabajan en la explotación del bosque, principalmente en la extracción y recolección de resina. Al respecto, el 60% de los entrevistados se dedica parcialmente a la extracción de resina en sus bosques. Esta es, por lo tanto, la actividad silvícola más constante y frecuente entre los productores que practican el SPT. La venta de resina representa, en términos económicos, una gran parte del sustento familiar. Para esta actividad, la superficie comunal está dividida en cuarteles. Esta actividad, al igual que el aprovechamiento maderable, está regulada por la dirección técnica forestal de la propia comunidad. Las actividades de resinación inician con el “raspado” de los troncos de los árboles de pino, que consiste en la eliminación de una sección longitudinal, en sentido vertical, de la corteza del tronco del árbol. Durante el “raspado” se van colocando recipientes como latas y envases de plástico. Anteriormente se utilizaban los “cacharros” de barro cocido, pero se han ido sustituyendo por otros más baratos y ligeros. Después de un tiempo se realiza la recolección de la resina.

El acopio de la resina es realizado por la misma comunidad a través de un comisionado, quien se encarga de recolectar el producto en un sitio específico en el rancho San Nicolás (figura 4), para posteriormente ser canalizada a la destiladora de la propia comunidad, de donde se obtienen diversos productos industriales como la brea y el aguarrás. Los aportes de cada productor son registrados en el sitio de acopio, y cada mes se hace un “corte” para el pago a los comuneros que aportaron su resina. No fue posible, sin embargo, calcular el ingreso promedio por esta actividad, debido a la dificultad de obtener datos confiables en cuanto a los volúmenes de resina recolectados, ya sea porque los productores entrevistados no llevan un registro exacto, o porque no estuvieron dispuestos a proporcionarlos. Esta es una actividad complementaria en el SPT, y los ingresos representan el “efectivo” para los gastos diarios de manutención de la familia.

El derecho a la explotación de resina es similar al del uso de las tierras agrícolas. Esto es, se han adquirido por herencia o por compra-venta entre comuneros, siempre avalados por las autoridades comunales. Se estima que existen unos 300 cuarteros que son los que extraen el producto para luego venderla a la resinera comunal. El derecho a la explotación del bosque puede ser cedido o vendido, con reconocimiento de la comunidad, siempre que el nuevo beneficiario sea considerado como comunero (Garibay y Bocco 2000).

LAS CLASES DE TIERRA

Las clases de tierras que se reconocen en el área de estudio del SPT son: tierra corriente o deslavada, que se encuentra en lomas y laderas, y que es pobre en fertilidad; tierra regular que se encuentra en las partes intermedias de las laderas y es intermedia en fertilidad y, tierra buena o negra que se encuentra en las partes planas y bajas (parejos) y que es la clase más fértil.

En las designaciones anteriores van implícitas algunas características físicas y la calidad de estas. Así, la tierra buena es de color oscuro y es fértil, mientras que la tierra corriente es de color claro y es pobre en fertilidad. En este caso, el color no está asociado al contenido de materia orgánica, como era de esperarse, sino más bien al contenido de ceniza volcánica del Parícutin (ver más adelante en validación del conocimiento campesino). En el cuadro 1 se presentan algunas de las características más importantes de dichas clases.

Otra manera en que los campesinos clasifican las tierras es con un enfoque climático, que tiene que ver con la ubicación dentro del territorio comunal donde se presenta más de un subtipo de clima. Desde esta perspectiva se distinguen las tierras frías y las tierras calientes. Las primeras son aquellas que se encuentran en las partes de mayor altitud (por ejemplo, arriba de 2,500 msnm) con temperaturas más frías y mayor incidencia de heladas. El área de estudio se encuentra precisamente en zona de tierras frías. En este sentido, la mayoría de los productores en-

FIGURA 4. TIERRA RECIÉN DESMONTADA DESPUÉS DE UN “DESCANSO LARGO” Y LISTA PARA SER NUEVAMENTE CULTIVADA



CUADRO 1. VALORACIÓN DE FERTILIDAD DE LAS CLASES CAMPESINAS DE TIERRA A TRAVÉS DE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO EN EL ÁREA DE ESTUDIO DEL SPT EN NUEVO SAN JUAN, PARANGARICUITIRO, MICHOACÁN

CLASE DE TIERRA	PROFUN-DIDAD	CLASE TEXTURAL	pH	M.O.	P	Ca MG/KG	Mg MG/KG	K	Ca/Mg	CIC CMOL(+) KG ⁻¹
Corriente	0-25	Arena migajosa	5.5 _{ma}	4.2r	3.6p	621mb	68.3mb	49.0b	9.1MA	11.3b
	25-50	Arena migajosa	6.0 _a	3.8m	0.9p	720mb	113.1b	29.9b	6.3MA	14.4b
Regular	0-25	Arena migajosa	5.4 _{ma}	4.3m	11.3p	581mb	62.5mb	49.6b	9.3MA	9.9b
	25-50	Arena migajosa	5.7 _a	5.0r	2.8p	823b	110.6b	36.6b	7.4MA	14.5b
Buena	0-25	Arena migajosa	5.2 _{ma}	3.6m	29.0m	385mb	45.1mb	54.2b	8.5MA	7.9b
	25-50	Migajón arenoso	5.5 _a	5.5r	3.7p	780mb	121.8b	40.4b	6.4MA	14.2b

Nota: ma= muy ácido; a= ácido; r= rico; m= medio; p= pobre; b= bajo; mb= muy bajo; MA= muy alto.

trevistados (65%) manifestó que en sus tierras son frecuentes las heladas, lo que corrobora la clasificación.

Por otra parte, las tierras calientes se hallan en las partes más bajas (por debajo de los 2,000 msnm) donde las temperaturas medias anuales son más altas. La diferenciación de estas clases tiene que ver con los tipos de cultivos que en ellos se practica. En las tierras frías se cultiva maíz de año y vez, avena y pastos, mientras que en las tierras calientes se tiene la mayor área de frutales, además de maíz y otros cultivos menos importantes.

EL MANEJO DE LA TIERRA EN EL SPT

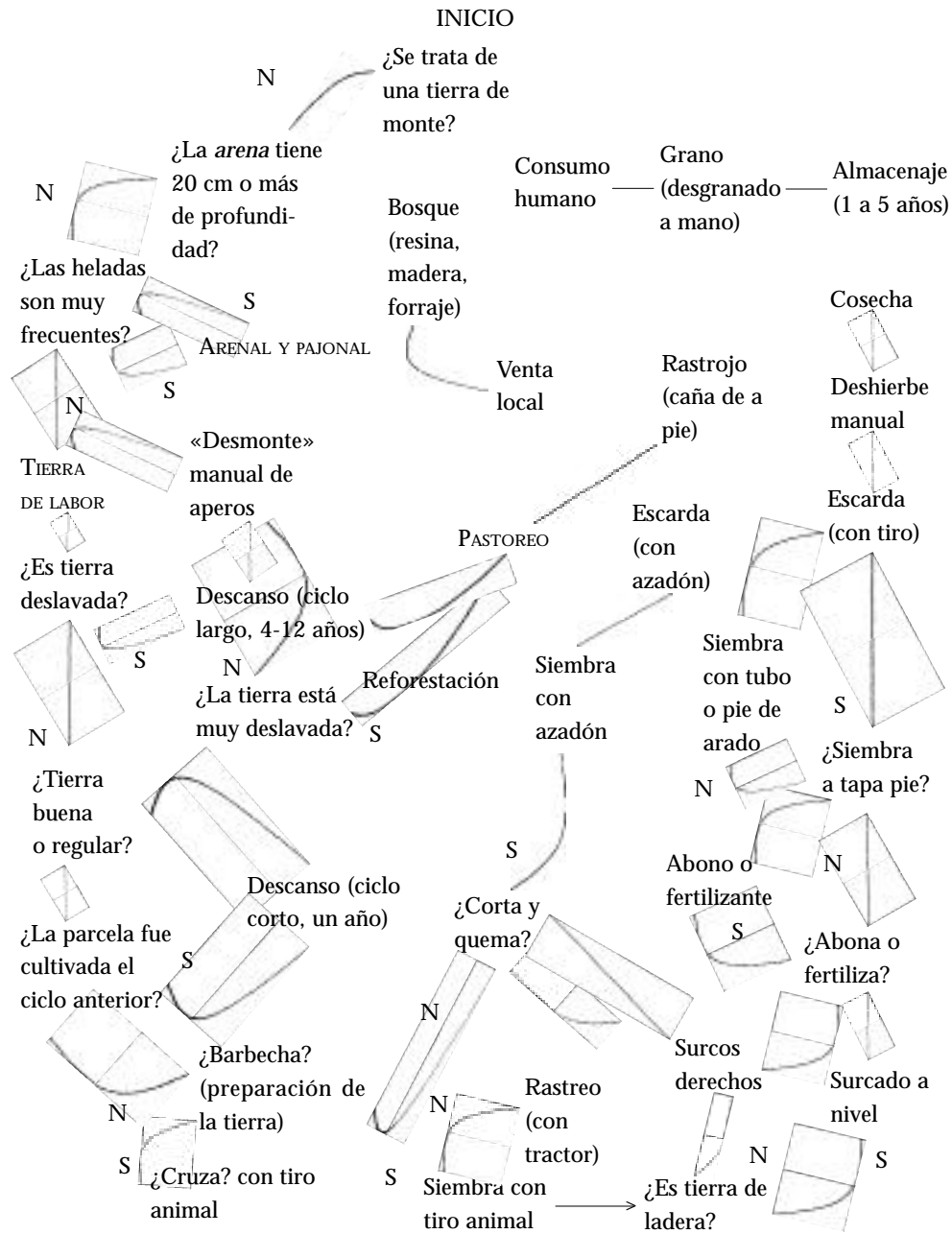
Actualmente el propósito principal del SPT es satisfacer las necesidades básicas de los productores, es decir, la autosuficiencia alimentaria. Por lo tanto, el objetivo central no es maximizar los ingresos económicos, sino más bien obtener los máximos beneficios en especie, con la menor inversión de recursos monetarios. Se trata entonces de un esquema de autosuficiencia, donde las decisiones en el manejo de la tierra están supeditadas a dicho objetivo.

En la figura 5 se muestra un esquema de toma de decisiones en el manejo de la tierra, tomando como eje central el subsistema agrícola o maíz de año y vez. Aunque pueden existir otros aspectos del SPT que no estén considerados en el esquema, este se presenta a manera de ejemplo dentro de un sistema mucho más complejo. A continuación se describen los aspectos más importantes del esquema.

Uso de la tierra

La secuencia del esquema de toma de decisiones inicia diferenciando entre tierras de monte u otros usos. Posteriormente, se hace referencia a la presencia y espesor de arena (ceniza volcánica), ya que dependiendo de ésta la tierra puede ser cultivada o no. Si la capa de arena es muy espesa (más de 20 cm), entonces el cultivo de maíz no prospera y la tierra es utilizada para pastoreo libre, ya que normalmente solo crecen hierbas y pastos nativos. El siguiente criterio es el grado de incidencia de heladas. Aquellas áreas donde las heladas son mucho más intensas, se descartan para producción de maíz o frutales y se destinan para el pastoreo libre.

FIGURA 5. ESQUEMA DE TOMA DE DECISIONES PARA EL MANEJO DE LA TIERRA EN EL SUBSISTEMA AGRÍCOLA DEL STP DE LA CINSJP, MICHOACÁN, MÉXICO



Ciclos de descanso de la tierra

En el uso de las tierras de labor, existen dos tipos de descanso el de ciclo largo y el de ciclo corto. El primero se realiza cuando las tierras ya están muy pobres en fertilidad (deslavadas), donde el rendimiento de maíz se ha vuelto muy bajo, y para revertir lo anterior el agricultor introduce un período de descanso lo suficientemente largo para restaurar su fertilidad hasta un nivel en que sea posible obtener rendimientos aceptables de maíz nuevamente. Durante este ciclo de descanso la tierra se deja con vegetación sucesional por un período variable de 4 a 10 años o más, durante el cual las plantas dominantes; jaral (*Senecio* sp.), tamasúchil (*Lupinus* sp.) y pajonal (*Sporobolus* sp.) aportan materia seca (hojarasca) que paulatinamente restaura el contenido de materia orgánica superficial (humus o mantillo) (figura 5). Después de ese período se elimina la vegetación y se quema de manera similar al sistema de roza-tumba-quema de las zonas tropicales. El ganado se deja pastorear durante el período de descanso largo.

El ciclo corto de descanso, por otra parte, es la alternativa de manejo de la tierra cuando ésta se encuentra en condiciones aceptables de fertilidad para seguir produciendo cultivos, en este caso maíz. Este ciclo corresponde a la variante de cultivo denominada año y vez, que como se ha señalado, se introdujo en el área a partir de que las tierras comenzaron a disminuir fuertemente su productividad (hace más de cuatro décadas) y desde entonces se hace la rotación que consiste en un año de cultivo y uno de “descanso”, y durante el año de descanso se deja crecer la maleza para usarla como forraje en pastoreo directo.

Labores de cultivo

El barbecho se realiza con tracción animal fundamentalmente (tiro de caballos), pero el uso del tractor se ha ido extendiendo en los últimos años. Sin embargo, los productores prefieren la tracción animal porque desean que el trabajo de labranza esté bien realizado, y también porque disponen de tiempo y animales de trabajo. El empleo del tractor, por otro lado, ha ido ganando terreno principalmente porque se realizan las labores con mayor rapidez, y además es más económico, en comparación con el uso de animales.

El ciclo del maíz, hasta su madurez fisiológica es de aproximadamente 105 días (seis meses y medio), pero la planta permanece en el campo hasta por diez meses, ya que la cosecha se realiza hasta que pasan las

fiestas de diciembre. La siembra normalmente se hace surcando con arado de palo, ya sea con “tubo” o colocando las semillas a “pie de arado” o a “tapa pie”, buscando siempre que la semilla quede en suelo húmedo.

La siembra “a pie de arado” consiste en que el sembrador va junto al arado depositando las semillas justo donde termina la base posterior del arado, donde el suelo húmedo es abierto y enseguida se tapa con su propio movimiento. La desventaja de esta forma es que, por la velocidad a que va el tiro animal, no siempre caen las semillas en suelo húmedo. La siembra con “tubo” consiste en ir depositando las semillas en un embudo adaptado al arado cuyo extremo inferior termina al pie de arado. Se emplea porque es una forma rápida, ya que incluso una sola persona puede realizar las dos operaciones, dirigir el tiro animal y depositar la semilla en el “tubo”. La siembra “a tapa pie” es la forma más antigua, y se considera que es la forma más segura de que la semilla quede en suelo húmedo, aunque es más tardado.

Otras alternativas de siembra son: “a raja llano” o “raja surco”, cuando no fue posible realizar las labores de preparación de la tierra, ya sea que se trate de una tierra que descansó el ciclo anterior (a raja llano) o que se surca sobre las hendiduras todavía presentes del ciclo anterior (a raja surco). Estas son formas poco efectivas de siembra ya que no hay una buena germinación.

Una última forma de siembra es con azadón, la cual es más tediosa y requiere mayor esfuerzo físico, pero de acuerdo con los agricultores se tiene mejor control en la distribución de semillas y en las labores culturales (escarda y deshierbes). Es muy útil sobre todo en terrenos con pendientes fuertes, o donde hay algún obstáculo como pueden ser troncos, raíces o piedras.

La mayoría de los campesinos no utilizan fertilizantes porque están convencidos que “en esas tierras no funcionan”. Sin embargo tampoco acostumbran utilizar abonos orgánicos. Son pocos los que aplican estiércoles, y cuando lo hacen lo distribuyen en pequeñas porciones donde las tierras son más pobres.

Prácticamente todos realizan el surcado en contorno, esto es, siguiendo las curvas de nivel en las laderas, y si se trata de una parte plana, los surcos son más o menos rectos. El surcado en contorno se hace con arado de palo y tiro animal, de tal forma que el agricultor va dirigiendo la surcada al tanteo, y trazando cornejales donde sea necesario cortar los surcos. Cuando la siembra se hace con tractor, situación poco frecuente, la surcada no se puede realizar en contorno, lo que representa una desventaja de este modo de siembra.

La escarda se realiza, indistintamente, con arado de palo, adaptado este con "orejeras" para arrimar la tierra a las matas, y se hace solo en una ocasión, al inicio de las lluvias, o un poco antes (finales de mayo) para arropar la base de la planta de maíz. Después de esa escarda, ya no se hace otra labor, excepto algunos deshierbes ocasionales. Aunque existen algunas plagas y enfermedades, éstas no se controlan debido a que sus daños no son muy importantes, excepto en el caso de la tuza (*Pappogeomys* sp.), la cual puede consumir muchas plantas y disminuir hasta en más del 20% de la producción (dato estimado) pero tampoco está controlada, y solo ocasionalmente se le caza con rifle o se le ponen trampas con veneno.

COSECHA Y DESTINO DE LA PRODUCCIÓN

La cosecha se realiza de forma manual, arrancando la mazorca sin hojas (brácteas) y dejando la caña (rastroyo) en pie en el terreno para el pastoreo de ganado. Normalmente la mayor parte de la producción se lleva a almacenar en un rancho cerca de las tierras de cultivo (San Nicolás), colocándose las mazorcas en el tapanco dentro del almacén (ticancha), de donde se van extrayendo ciertas cantidades para ser utilizadas para el consumo humano y alimentación de animales. Durante la cosecha, algo de la producción de maíz puede ser utilizada para el pago en especie de jornales, y el resto puede ser vendida al menudeo en el pueblo a lo largo del año. Esto representa un complemento al sustento diario. En el cuadro 2 se muestra la productividad del maíz en la zona de estudio, por clases de tierra identificadas.

PASTOREO DE GANADO

Como se ha mencionado, el ganado funge como elemento articulador de los subsistemas del SPT, y en el caso del rastroyo que queda en el terreno después de la cosecha de mazorca es utilizado para pastoreo directo. El rastroyo puede ser utilizado para animales propios, o puede ser vendido a otros productores que compran el zacate, metiendo sus animales al predio ya cosechado para que pastoree el ganado.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El sistema productivo tradicional de la CINSJP, es un sistema agro-silvo-pastoril, articulado en espacio y tiempo por el subsistema pastoril, y que aún es practicado por una pequeña parte de la población comunal. En

CUADRO 2. PROMEDIO DE LAS VARIABLES DE PRODUCTIVIDAD DE MAÍZ POR CLASE DE TIERRA EN EL ÁREA DE ESTUDIO DEL SPT EN NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO, MICHOACÁN

CLASE DE TIERRA	PRODUCTIVIDAD PRIMARIA AÉREA NETA DE MAÍZ (PPN _m) (KG/HA ⁻¹)	RENDIMIENTO DE GRANO DE MAÍZ (KG/HA ⁻¹)	ÍNDICE DE COSECHA (%)
Corriente	3,163 (752)	(1,106) 37.5	1,290 (13.6)
Regular	4,707 (589)	(742) 44.6	2,090 (9.7)
Buena	5,882 (941)	(1,597) 39.5	2,375 (13.89)
Promedio general	4,584 (876)	(1,616) 40.54	1,918 (12.38)
DMS	1,570	816	9.51

Nota. Los datos son promedios de estimaciones de PPN_m, correspondientes a los ocho sitios cultivados con maíz, con base en los procedimientos de Ovington (1963) y Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), adaptados por Parra (1981). Los números entre paréntesis representan la desviación estándar correspondiente; DMS es la diferencia mínima significativa.

torno al manejo de los recursos naturales y productivos dentro del SPT, existe un esquema relativamente complejo en la toma de decisiones, donde el productor considera una serie de elementos, siempre sobre una base sostenida en función de su lógica productiva. La orientación de la producción es básicamente para la autosuficiencia, por lo que el productor invierte pocos insumos en especie, disminuyendo de esta forma los riesgos de pérdidas por bajos rendimientos.

El SPT se caracteriza por tener un enfoque conservacionista e integrador en el manejo de los recursos, lo cual es demostrado a través de algunas prácticas y cualidades del sistema como son: el “descanso” de la tierra, el surcado en contorno, la baja utilización de insumos externos, el empleo

de recursos locales (mano de obra, semillas criollas y fuerza de tracción animal) y la integración de las actividades productivas en un sistema agro-silvo-pastoril.

Dentro del SPT, el subsistema agrícola proporciona el grano de maíz que es el alimento básico para las personas, y además el forraje y grano para el ganado y los animales de trabajo. El subsistema silvícola, a través de la actividad resinera, permite a los productores obtener recursos económicos para el sustento diario. El aprovechamiento maderable es también una fuente de ingresos, pero este está regulado y controlado por la empresa comunal y representa un mecanismo de cohesión de la comunidad. El subsistema pastoril por otro lado, representa una caja de ahorro familiar para afrontar gastos imprevistos o erogaciones en festividades de índole familiar o religioso.

Sin embargo, a pesar de la versatilidad, el SPT no proporciona todos los satisfactores materiales y económicos necesarios para el sustento de la unidad familiar, por lo que los integrantes de ésta recurren a actividades alternas para complementar su economía familiar. En cuanto al conocimiento local sobre tierras, el concepto de tierra que emplean los campesinos es equivalente al concepto del mismo nombre utilizado en evaluación de tierras del enfoque técnico. Es un concepto integrador y ecosistémico que engloba el recurso suelo y otros elementos del medio ambiente, tales como el agua, la atmósfera y los recursos disponibles para su manejo.

En cuanto a la validación de la clasificación local de tierras, el análisis estadístico de datos de campo mostró la existencia de una estrecha correlación entre la clase de tierra y su productividad, correspondiendo un promedio de 3.2, 4.7 y 5.9 ton ha⁻¹ de productividad primaria aérea neta (que corresponden a 1.3, 2.1 y 2.4 ton ha⁻¹ en rendimiento de grano de maíz) para las clases de tierra corriente, regular y buena, respectivamente, lo que demuestra la consistencia de dicha clasificación. Sin embargo, se observa una creciente pérdida de fertilidad de los suelos la cual junto con algunos riesgos ambientales, así como el cambio desfavorable en las relaciones comerciales que en las últimas décadas han provocado una baja en el precio y demanda del maíz local, han contribuido al paulatino abandono del SPT. Esto se observa por el hecho de que el problema de envejecimiento de los productores que lo practican, con una edad promedio de 67 años, ha implicado un riesgo para la continuidad del sistema tradicional.

En cuanto al estado de conservación de los recursos productivos del SPT, se observa que el suelo es un elemento sumamente susceptible a la degrada-

ción, tanto por sus características físicas y químicas como por las condiciones de relieve del terreno. El tipo de suelo dominante de manera natural es de pobre a moderado en nutrientes para los cultivos agrícolas, aunque sus propiedades físicas son adecuadas para la agricultura. Las tierras se encuentran en laderas con pendientes de hasta 45%, lo que las hace muy susceptibles a la erosión hídrica. De acuerdo con estudios previos en la zona, la mejor aptitud de estas tierras no es la agricultura sino el uso para propósitos forestales y/o establecimiento de pastizales (Rosete 1998, Sánchez 2000). Sin embargo, el uso agrícola se ha dado, y seguirá dándose, por razones socioeconómicas, más que por razones de aptitud de las tierras.

A pesar de ello, es posible mejorar el sistema, a través de la utilización de prácticas agrícolas alternativas que disminuyan o reviertan el actual proceso de degradación de las tierras y a través de la diversificación de cultivos adaptados a las condiciones ambientales de la zona. Por lo tanto, desde la perspectiva de manejo del SPT que tienda hacia un estado de sustentabilidad, es deseable se continúe la articulación de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales en un esquema productivo integral ya que esta es una característica necesaria en los sistemas de manejo sustentables.

BIBLIOGRAFÍA

- Bocco, G. A. Velázquez, A. Torres y C. Siebe 1997. Geomorfología y manejo sustentable de los recursos naturales en comunidades indígenas: El caso de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. Instituto de Ecología, UNAM, Campus Morelia. (Reporte inédito).
- CINSJP 1998. Plan de manejo forestal. Dirección Técnica Forestal de la CINSJP y Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). Morelia, Michoacán, México. 154 pp.
- Garibay, C. y G. Bocco 2000. Algunos casos de control y manejo de recursos en el Parque Nacional Pico de Tancitaro. Avances de Investigación presentados en la XIII Mesa de Trabajo: región, localidad y transformación del paisaje mexicano. Colegio de Michoacán. 23 y 24 de sep. 1999. Mecanografiado, 34 pp.
- INEGI 2000. *XII Censo General de Población y Vivienda 2000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Michoacán.
- Lemus L., O. 1995. Propuestas para el mejoramiento de dos agroecosistemas tipo en la región Purhépecha, Michoacán. Tesis de maestría en ciencias. Facultad de Agronomía, UANL Marín, N.L., 179 pp.

- Parra V., M. R. 1981. Producción de maíz en condiciones de temporal en Tequexquahuac, Tezcoco, Edo. de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Botánica, colegio de Posgraduados, México, 282 pp.
- Pulido, S. J. 2002. El sistema productivo tradicional de una comunidad indígena: el caso de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. Tesis de maestría en ciencias en conservación y manejo de recursos naturales. Facultad de Biología, UMSNH. Morelia, Mich. 187 pp.
- Rosete, F. 1998. Evaluación de tierras y diseño de base de datos para su aplicación en el ordenamiento territorial de la comunidad indígena de Nuevo San Juan. Tesis de Maestro en Ciencias (en preparación). Maestría en Conservación y Manejo de Recursos Naturales. Facultad de Biología, UMSNH.
- Sánchez, F. 2000. Uso del suelo y aptitud en Nuevo San Juan. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Autónoma Chapingo, Morelia, México.
- Siebe, C., G. Bocco y A. Velázquez 1997. Caracterización morfoedafológica en la comunidad de Nuevo San Juan Parangaricutiro (manuscrito en preparación).

QUINCE

Bases para la implementación de un programa de educación ambiental y ecoturismo

Gabriela Ortiz, Alejandro Torres y Lourdes Anguiano

INTRODUCCIÓN

La conservación y manejo adecuado de los recursos naturales no siempre están acompañados de una conciencia ambiental amplia, un interés intrínseco por proteger los ambientes naturales o un conocimiento profundo de éstos. Muchas veces la conservación y el buen manejo de un ecosistema pueden ser el resultado de combinaciones de factores que, en ocasiones, no incluyen la conciencia por preservar el ambiente. Algunas de las razones pueden ser de índole cultural o histórico e incluso económico.

En el caso de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro es difícil conocer y entender la razón por la cual están aprovechando adecuadamente los bosques. En algunos casos la comunidad percibe al bosque como el insumo de materias primas para una empresa comunal que ha generado empleos, servicios y beneficios económicos en la población. Es con base en ese principio que la empresa administra sus recursos naturales, aprovechando al máximo el bosque y asegurándose de conservar un capital natural que le garantice el abasto futuro de la materia prima. Sin embargo, por otro lado existen visiones diversas entre la gente de la comunidad que dan en mayor o menor grado valores agregados que simplemente el económico. Algunas personas entienden la importancia de los bosques como proveedores de servicios como el agua; otras manifiestan su valor estético y recreativo; incluso hay quie-

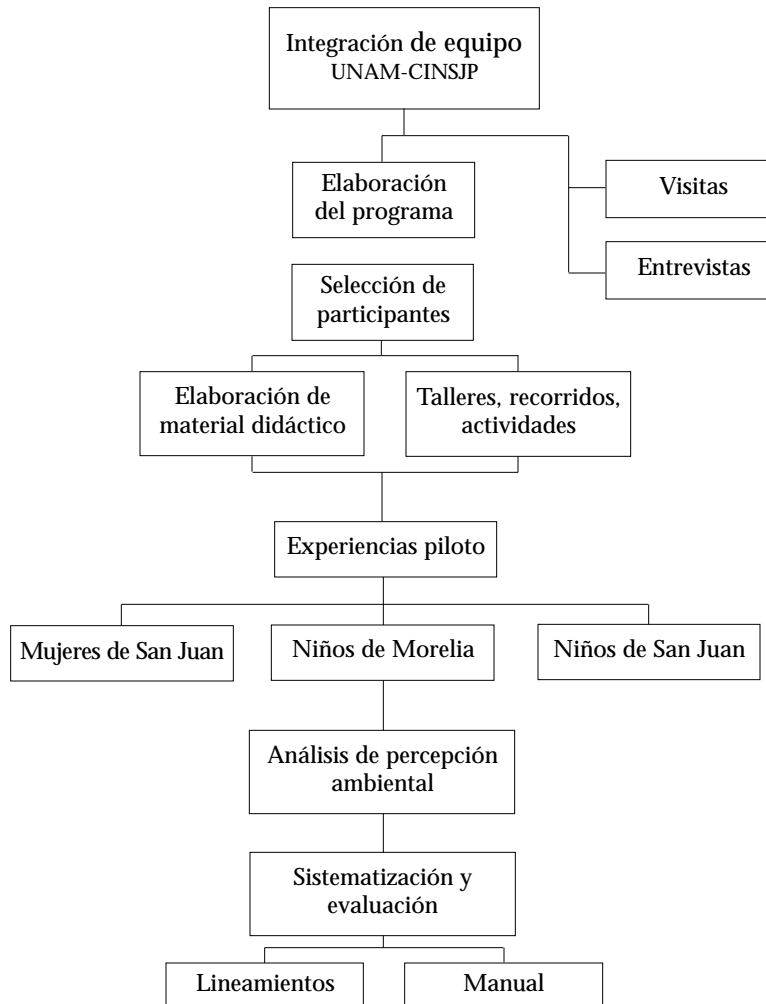
nes entienden al bosque como un complejo ecosistema que involucra diferentes grupos de organismos relacionados entre sí. En una comunidad tan grande y que influye en una población de más de 15,000 habitantes la percepción del manejo y conservación de sus recursos tiene diferentes interpretaciones y visiones que solo coinciden en el punto de la necesidad de continuar manejando adecuadamente los bosques. El presente trabajo tuvo como objetivo rescatar y recoger algunas de las percepciones que tienen diferentes sectores de la comunidad y sentar las bases para la elaboración de un programa de educación ambiental y un proyecto de ecoturismo, partiendo de la visión e interpretación que estos grupos de la comunidad tienen sobre los recursos naturales.

MÉTODOS

El diseño metodológico fue propuesto por la UNAM y aprobado por la Asamblea General de la Comunidad. En este se incluyeron aspectos de biodiversidad, uso, manejo y conservación de recursos, ecología del bosque y manejo de residuos. El programa propuesto partió de la idea de generar las bases para un programa de educación ambiental de tipo no formal, orientado a elaborar un programa interno de educación ambiental y un proyecto productivo como el ecoturismo. Esto concluyó con tres experiencias piloto dirigidas a niños y mujeres de la comunidad y niños de la ciudad de Morelia, con el fin de entender el nivel de conocimiento que tienen los niños de ambos ámbitos rural y urbano sobre algunos conceptos que tienen que ver con el manejo de los recursos naturales. Además, se realizaron actividades participativas con los ancianos de la comunidad y con mujeres esposas de los comuneros.

La estrategia metodológica incluyó aspectos de la investigación participativa en temas productivos, naturales, sociales e histórico-culturales de la comunidad. Para ello fue indispensable conocer las instalaciones de la empresa, el aprovechamiento forestal que se realiza, las zonas boscosas y la idiosincrasia de la gente local. Se invitó a participar a dirigentes, profesores y ancianos de la comunidad (figura 1). La integración del equipo UNAM-CINSJP se logró mediante la incorporación de un equipo académico multidisciplinario formado por ingenieros, geólogos, agrónomos, veterinarios, técnicos forestales, mastozólogos, ornitólogos y botánicos de las dos instancias quienes trabajaron con diferentes sectores de la comunidad como autoridades, comuneros, profesores y ancianos.

FIGURA 1. DIAGRAMA GENERAL DE LOS MÉTODOS UTILIZADOS PARA REALIZAR EL PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL NO FORMAL EN LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO



Previo a la elaboración del programa se realizaron varias actividades, tales como la revisión de literatura y visitas a centros universitarios donde se hacen actividades de educación ambiental. También se investigó acerca de la historia de la comunidad de San Juan y los aspectos relacionados con la erupción del volcán Parícutín. Se llevaron a cabo dos visitas a la comunidad, con el fin de conocer la organización, el personal y las instalaciones para planear algunas actividades a realizarse en experiencias piloto.

Resultó necesario contar con un encargado para el programa de educación ambiental por parte de la comunidad con el fin de que ésta le diera seguimiento al programa. Todas las actividades se planearon, diseñaron y realizaron de manera conjunta y la persona responsable por parte de la comunidad se encargó de la logística de las acciones e involucró a otros miembros de la comunidad. Además se seleccionó e invitó a participar a los ancianos, las mujeres y las escuelas de Nuevo San Juan. Se planearon dos entrevistas con el fin de conocer la forma de pensar de la gente de la localidad y de la historia de la comunidad en términos del manejo de sus recursos. La primera estuvo dirigida a un grupo de ancianos de la comunidad y la segunda entrevista fue a un testigo presencial del nacimiento y erupción del volcán Parícutín.

SELECCIÓN DE LOS PARTICIPANTES

NIÑOS DE NUEVO SAN JUAN

Debido a que los niños son quienes manejarán y conservarán los recursos naturales de la comunidad de Nuevo San Juan, es necesario que conozcan a profundidad las actividades de la comunidad. Asimismo, es necesario conocer el conocimiento que tiene este grupo de la población sobre algunos conceptos del medio ambiente. Se visitaron las escuelas primarias de la comunidad y se invitó a participar a los profesores explicando los objetivos y fines de la experiencia piloto. Esta experiencia se planeó en forma de un “campamento” de tres días de duración con base en las características de la comunidad y debido al tiempo requerido para la realización de las actividades. Se contó con la participación de 25 niños. Las escuelas interesadas en participar fueron tres y posteriormente se llevaron a cabo dos reuniones con los profesores de estas escuelas para revisar el itinerario, el programa de actividades, el menú y el equipo que debían llevar los niños. Los profesores se encargaron de la selección de

los niños, sólo se les pidió que los rangos de edad de los niños fuera de 10 a 12 años y que fueran hijos de comuneros. Se entregó un cuestionario para los niños (anexo 1).

NIÑOS DE MORELIA

Los niños que habitan en las ciudades la mayoría de las veces desconocen cómo se realizan actividades agrícolas, extractivas y de transformación de la materia prima en productos de consumo diario. Se invitó a participar a una escuela de Morelia que mostró un interés particular por este tipo de actividades. Se seleccionó un grupo de 20 niños de educación primaria de la misma edad de los niños de la comunidad. Se dio al grupo una plática acerca de los objetivos de su visita, las actividades, reglas y normas. Se comentó la historia y costumbres de la comunidad y se entregó el mismo cuestionario que al otro grupo de niños. Se contó con la asesoría y participación de la directora de la escuela. La comunidad por su parte, capacitó a cinco niños de Nuevo San Juan asistentes a la anterior experiencia piloto para que colaboraran como guías en el recorrido por la empresa. Se impartieron los mismos talleres y actividades de la experiencia anterior.

MUJERES DE SAN JUAN

La comunidad invitó a un grupo de mujeres con base en su participación en otras actividades. Se llevaron a cabo dos reuniones con el grupo presentando el proyecto de investigación que se realizó en la comunidad y el programa de educación ambiental en el que se pretendía involucrarlas. Se les pidió que anotaran las sugerencias o comentarios acerca de los talleres y actividades a realizar. Se incorporaron aspectos de su interés, logrando con ello una mayor participación a lo largo de la experiencia. Se estableció el itinerario de actividades en períodos de un día a la semana durante cuatro semanas, conforme a su disponibilidad de tiempo.

GRUPO DE ANCIANOS

Se invitó a participar a un grupo de ancianos para que platicaran sobre la historia de la comunidad. Se les hicieron preguntas encaminadas a conocer como se manejaban los recursos naturales y se grabó, tanto en video, como en audio. Con la información recabada de

estas entrevistas y la bibliografía consultada se reconstruyó la historia de la comunidad.

ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO

Con la información recabada de las investigaciones realizadas por los diferentes grupos y con el trabajo de recopilación realizado para este proyecto, se elaboró un paquete didáctico para llevar a cabo las actividades de educación ambiental en la comunidad de Nuevo San Juan. En el material didáctico también se incluyeron características de la gente y la región para lograr una completa identificación con los aspectos regionales, históricos, culturales, biológicos y productivos. Los materiales fueron: dos guías de identificación de fauna, un franelógrafo (historia contada en una tela con figuras adheribles), un juego de maratón, dos carteles y una caja compostera.

TALLERES

Se diseñaron cuatro talleres básicos: ecología del bosque, uso, manejo y conservación de recursos naturales, biodiversidad y manejo de residuos, se diseñaron otros tres más para las mujeres de la comunidad: taller de creación de huertos familiares, de conservas y de bordados, además de una plática. Se incluyeron algunos juegos, recorridos y varias actividades para hacer más amena la experiencia y reforzar los contenidos de los talleres (cuadro 1). Algunos contenidos eran iguales para los niños y las mujeres, aunque se modificaron en su presentación conforme al grupo que se dirigió.

SISTEMATIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA

La sistematización y evaluación de los programas de educación ambiental constituyen una parte fundamental de los mismos. Con el fin de conocer los logros del trabajo se realizó la evaluación del programa respecto de los objetivos planteados al inicio. Se realizó también la evaluación de cada una de las experiencias, de acuerdo con lo propuesto por Benayas (1994) quién menciona que la evaluación de los programas de educación ambiental debe estar enfocada hacia cuatro puntos: evaluación inicial y final del aprendizaje, del programa y de los efectos ambientales.

CUADRO 1. RELACIÓN DE RECORRIDOS Y ACTIVIDADES QUE REFORZARON LOS OBJETIVOS DE LOS CUATRO TALLERES PRINCIPALES REALIZADOS EN EL PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL NO FORMAL EN LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

TALLERES	ECOLOGÍA DEL BOSQUE	USO, MANEJO Y CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	MANEJO DE RESIDUOS	BIO-DIVERSIDAD
<i>Recorridos</i>				
Aserradero e instalaciones de la empresa		XXX		
El bosque	XXX			XXX
El invernadero y vivero		XXX		
El encierro de venados		XXX		
Las ruinas de San Juan	XXX			
Nocturno por el bosque	XXX			XXX
<i>Actividades</i>				
Rodeo nocturno				XXX
Obtención de resina		XXX		
Juego de la lotería ecológica				XXX
Juego del franelógrafo de San Juan		XXX		
Elaboración de composta			XXX	
Elaboración de papel reciclado			XXX	
Video del Volcán Paricutín	XXX			
Video "Una comunidad en acción"		XXX		

EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA CON NIÑOS

Se realizó una evaluación inicial con los niños participantes para conocer el punto de partida de las experiencias y como apoyo a los contenidos del

programa. También se hizo una evaluación final del aprendizaje de manera oral y una evaluación del programa por medio de un cuestionario (anexo 1).

EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA CON MUJERES

Se realizó sólo la evaluación final del aprendizaje mediante un juego de maratón. Este juego se llevó a cabo con el fin de recordar los puntos más importantes de la experiencia. Se realizó la evaluación del programa mediante un cuestionario que se entregó a cada una de las participantes (anexo 1).

LINEAMIENTOS PARA REALIZAR PROGRAMAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN COMUNIDADES RURALES

Se establecieron una serie de lineamientos basados en la experiencia obtenida en la comunidad de Nuevo San Juan, con el fin de dar a conocer los logros de la experiencia, tanto dentro como fuera de la comunidad. Se consideraron aspectos generales que pueden ser replicados en otras comunidades rurales del centro de México.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La CINSJP se ha preocupado por conservar sus bosques, mismos que constituyen el recurso más importante y el sostén de su comunidad. La solicitud de la comunidad para que la UNAM colaborara en la realización del plan de manejo, permitió la entrada de un grupo de investigadores a la misma. Se logró de este modo que los involucrados fueran realmente aceptados por la comunidad, ya que la gente local es por lo general desconfiada ante los extraños (Du Sautoy 1967). De esta manera, se trabajó siempre con la comunidad, consiguiendo así el respaldo y facilidades de la misma (Nturibi 1982).

Las actividades realizadas se establecieron de acuerdo con las posibilidades y expectativas de la comunidad de Nuevo San Juan, con el grupo de investigadores involucrados y con el medio existente (De Shutter y Yopo 1993). Se tomaron en cuenta las costumbres y tradiciones de la comunidad al elaborar el programa de educación ambiental, para lo cual resultó importante la incorporación de actividades culturales y de revalorización del conocimiento tradicional en los programas de educación ambiental, ya que es la base para la aceptación y apropiación del programa. La estrategia que se siguió para diseñar y realizar el programa de

educación ambiental no formal para la comunidad partió de la propuesta derivada de la investigación participativa, cuyo carácter interdisciplinario fue de gran importancia para la realización del programa (De Shutter y Yopo 1993).

Parte de la información utilizada se obtuvo del conocimiento generado en el proyecto de investigación "Conservación de la biodiversidad en comunidades indígenas de una región montañosa de México. Un análisis aerográfico". Esta información se difundió de manera sencilla a un grupo representativo de dicha comunidad y se involucró a dos sectores de la sociedad considerados como grupos blanco en cualquier trabajo de educación ambiental: mujeres y niños. En la participación de cada uno de éstos grupos se abarcó una muestra representativa viable que participó en talleres de educación ambiental. Estos talleres resultaron ser la manera más fácil de desarrollar los temas de educación ambiental para hacer llegar el conocimiento.

EXPERIENCIAS PILOTO

EL PROGRAMA PARA NIÑOS

El programa para niños tuvo varias modificaciones al realizarse con los participantes de la comunidad y los provenientes de la ciudad de Morelia. Los talleres y actividades realizados en las experiencias piloto dirigidas a los grupos de niños fueron los mismos (cuadro 2). Con base en lo expresado en la evaluación de la experiencia fue posible conocer las preferencias del público infantil, así como los talleres y actividades de mayor impacto. La figura 2 muestra cuáles actividades fueron de mayor agrado para los dos grupos de niños, mientras que la figura 3 muestra en qué actividades les hubiera gustado ampliar su conocimiento. De acuerdo con Dasgupta (1992), las actividades de educación ambiental más impactantes para niños son aquellas en las que participan de manera directa y el conocimiento llega a través de los sentidos, tal y como se muestra en la figura 2, en donde el recorrido por el bosque para buscar huellas de mamíferos y la visita al encierro de venados fueron las de mayor preferencia. Mientras que las de menor impacto fueron los videos y el vivero para los niños de Nuevo San Juan y las fotos y la observación de aves para los de Morelia.

El recorrido por el bosque fue otra de las actividades de mayor preferencia para los niños de Morelia (14.28%), mientras que para los niños de Nuevo San Juan sólo tuvo un 7.69% de interés. Esto puede deberse a que los niños provenientes de ciudades encuentran en este tipo de actividades

FIGURA 2. PORCENTAJE DE ACTIVIDADES CON MAYOR PREFERENCIA DEL PÚBLICO INFANTIL DURANTE LA EXPERIENCIA PILOTO

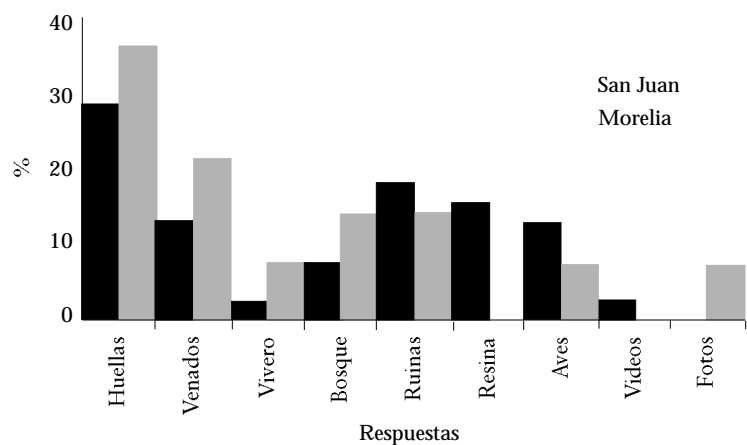
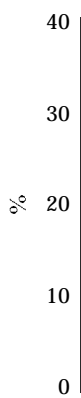


FIGURA 3. PORCENTAJE DE ACTIVIDADES CUYOS CONTENIDOS SUGIRIERON AMPLIAR LOS NIÑOS PARA POSTERIORES EXPERIENCIAS



CUADRO 2. TALLERES, RECORRIDOS Y ACTIVIDADES REALIZADOS DURANTE LAS TRES EXPERIENCIAS PILOTO LLEVADAS A CABO EN LA CINSJP

	DIRIGIDO A:			COORDINADO POR:	
	NIÑOS SAN JUAN	NIÑOS MORELIA	MUJERES	UNAM	CINSJ
<i>Talleres</i>					
Ecología del bosque	XXX	XXX		XXX	
Uso, manejo y conservación de los recursos naturales	XXX	XXX	XXX	XXX	
Manejo de residuos	XXX	XXX	XXX	XXX	
Biodiversidad	XXX	XXX		XXX	
Creación de huertos familiares			XXX	XXX	
Conservas			XXX		XXX
Bordados			XXX		XXX
<i>Recorridos</i>					
Aserradero e instalaciones de la empresa	XXX	XXX	XXX		XXX
El bosque	XXX	XXX		XXX	
El invernadero y vivero	XXX				XXX
El encierro de venados	XXX	XXX		XXX	
Las ruinas de San Juan	XXX	XXX			XXX
Nocturno por el bosque		XXX		XXX	
<i>Actividades</i>					
Rodeo nocturno		XXX		XXX	
Obtención de resina	XXX				XXX
Juego de la lotería ecológica	XXX	XXX			XXX
Juego del maratón			XXX	XXX	
Juego del franelógrafo de San Juan	XXX	XXX		XXX	
Elaboración de composta	XXX	XXX	XXX	XXX	
Elaboración de papel reciclado	XXX			XXX	
Compromisos adquiridos	XXX	XXX		XXX	

(Continúa)

CUADRO 2. TALLERES, RECORRIDOS Y ACTIVIDADES REALIZADOS DURANTE LAS TRES EXPERIENCIAS PILOTO LLEVADAS A CABO EN LA CINSJP

	DIRIGIDO A:		COORDINADO POR:		
	NIÑOS SAN JUAN	NIÑOS MORELIA	MUJERES	UNAM	CINSJ
Video del Volcán Parícutín	XXX		XXX		XXX
Video "Una comunidad en acción"	XXX		XXX		XXX
Conferencia sobre la importancia de la nutrición en los niños			XXX	XXX	
Juramento ecológico "Un día en la vida de"	XXX	XXX	XXX	XXX	
Grupo "Guardianes del bosque"	XXX			XXX	XXX
Campaña de limpieza en las ruinas	XXX				XXX
Evaluación	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Total	21	16	13	19	12

una atracción adicional, ya que no es parte de su cotidianidad, contrario a los niños de la comunidad quienes realizan esta actividad con mayor frecuencia. En ambos casos se observó que las actividades en el campo son parte de los factores importantes para desarrollar una preocupación permanente por la conservación del medio, como lo menciona Palmer (1993).

Los niños de la comunidad poseen un escaso conocimiento del manejo que se realiza en los bosques de su localidad. A pesar de que ellos se encuentran en contacto directo con el bosque, desconocen cómo se procesa la madera. Esto puede ser consecuencia de una falta de preocupación de los padres en que los niños conozcan mejor la empresa, ya que aunque los resultados mostraron poco interés por el bosque (7.69%), los

niños mencionaron que les gustaría ampliar su conocimiento acerca de éste (figura 3). Esta posible contradicción puede deberse a que, las actividades relacionadas con el bosque no resultaron muy interesantes ni motivantes para ellos, o que la evaluación para los niños de San Juan no se realizó por medio de un cuestionario dirigido, sino que sólo se les pidió que anotaran sus opiniones en hojas en blanco con lo cual muchas veces se dificulta su interpretación.

Los aspectos culturales fueron interesantes para los niños de la localidad, en especial el recorrido por las ruinas (17.94%), seguido de la obtención de resina (15.38%). Esto refleja la importancia de la incorporación de aspectos culturales y del conocimiento popular en los programas de educación ambiental en las comunidades indígenas. Los niños se vieron identificados con su comunidad y aprendieron cómo se extrae la resina de los pinos, conocimiento generado desde la época prehispánica. Para los niños de Morelia, el conocimiento de las ruinas de la comunidad alcanzó el mismo porcentaje en preferencia que el recorrido por el bosque (14.28%), lo cual indica que los recorridos fueron las actividades más agradables para los niños de la ciudad. Mientras que las actividades que se realizaron en lugares cerrados o las que eran sólo demostrativas, como la visita al vivero o al aserradero no fueron impactantes. Lo cual coincide con lo mencionado por Pozo (1990), quién menciona que las exposiciones son necesarias aunque no suficientes cuando se trata del aprendizaje de conceptos, por lo que será necesario incrementar más actividades al aire libre en futuras ocasiones. En la evaluación de la experiencia, los niños de Morelia mencionaron que el tema que les hubiera gustado saber más fue sobre el volcán Parícutín (34.61%). Los niños de la ciudad consideraron como una experiencia positiva conocer de manera directa un bosque.

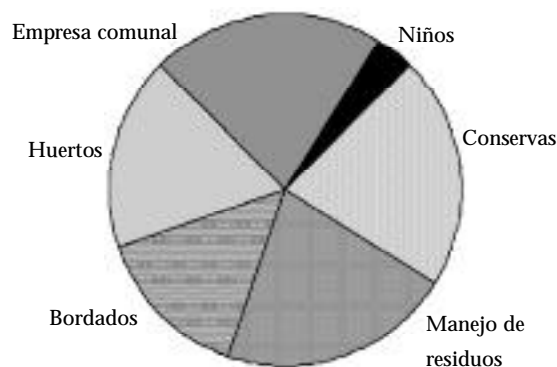
EL PROGRAMA PARA MUJERES

Los dirigentes de la comunidad se encuentran en un proceso de cambio de mentalidad con respecto al papel que desempeñan las mujeres en la sociedad mexicana. Han abierto más las posibilidades de participación de las mujeres en las actividades de la empresa, tanto en gabinete, campo y en las asambleas generales mensuales. Los dirigentes mostraron especial interés en la participación de las señoras en el programa de educación ambiental.

Se contó con la participación de 27 mujeres, algunas de ellas eran madres de los niños participantes en la anterior experiencia. El equipo organi-

zador estuvo formado por dos encargados, cuatro invitados para impartir los talleres y uno para dar la plática. Se realizó la evaluación final de la experiencia mediante un juego de maratón. La figura 4 muestra los resultados obtenidos de la evaluación de la experiencia, la cual se realizó con un cuestionario impreso (anexo 1). Las actividades fueron tres: los talleres de elaboración de conservas y de manejo de residuos, así como el recorrido por la empresa comunal, con 21.4% cada uno, lo cual indica que las actividades productivas y de mejoramiento del ambiente tuvieron preferencia en este grupo. Al diseñar el programa se incluyó el taller de bordado de acuerdo con el especial interés que mostraron las mujeres por este tipo de labor, aunque en la evaluación del programa ésta actividad reflejó sólo un 14.28% de preferencia. El taller de elaboración de huertos familiares quedó en segundo lugar de preferencia con 17.85%. Lo cual indica que este tipo de actividad no figura entre las prioridades de las mujeres involucradas. Mientras que la plática acerca de la importancia de la nutrición en los niños tuvo un 3.57% de interés entre las participantes, esto puede deberse a que no todas las mujeres tenían hijos pequeños. En la evaluación del programa también se pudo conocer que el 95.4% de las mujeres mencionaron que era importante para ellas que las invitaran nuevamente a formar parte de este tipo de actividades, para aprender más cosas y enseñarlas a sus hijos. Sólo el 4.5% mencionó que prefería dejar su lugar y dar oportunidad a otras mujeres de participar.

FIGURA 4. PORCENTAJE DE ACTIVIDADES CON MAYOR PREFERENCIA DE LAS MUJERES DURANTE LA EXPERIENCIA PILOTO



LINEAMIENTOS PARA REALIZAR PROGRAMAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL NO FORMAL EN COMUNIDADES RURALES

Estos lineamientos se obtuvieron a partir de la experiencia realizada en la comunidad de Nuevo San Juan e incluye algunas consideraciones generales que pueden ser replicadas en comunidades indígenas y en zonas rurales de nuestro país (figura 5 a y b) Se sugiere que sean incluidos en la elaboración de programas de educación ambiental en comunidades rurales del país, tomando en cuenta sus condiciones específicas. La importancia de cada uno se menciona a continuación:

FIGURA 5A. DIAGRAMA GENERAL DE LOS LINEAMIENTOS SUGERIDOS PARA REALIZAR PROGRAMAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL NO FORMAL EN COMUNIDADES RURALES

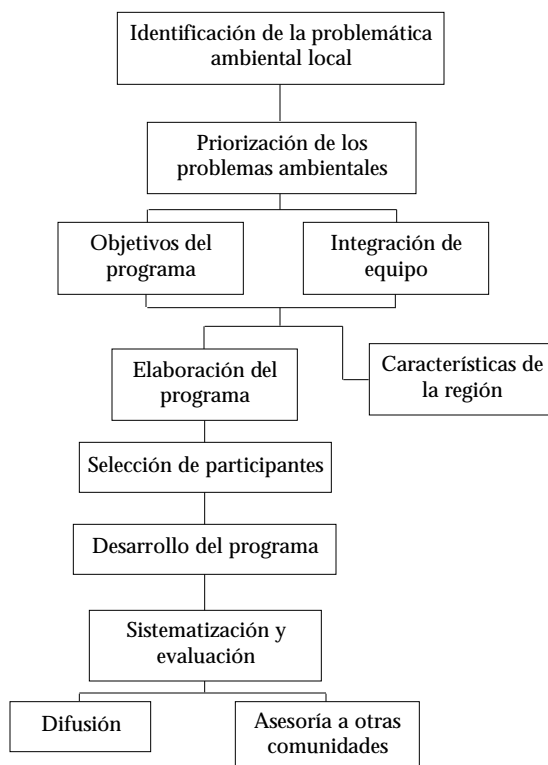
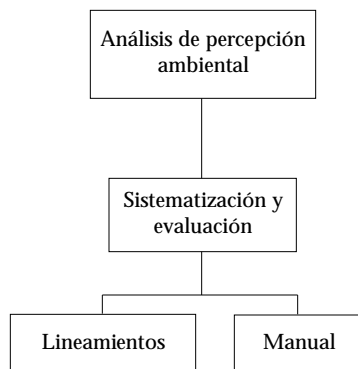


FIGURA 5B. DIAGRAMA GENERAL DE LOS LINEAMIENTOS SUGERIDOS PARA REALIZAR PROGRAMAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL NO FORMAL EN COMUNIDADES RURALES



IDENTIFICACIÓN CONJUNTA DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL LOCAL, REGIONAL, NACIONAL Y MUNDIAL

La gente del lugar debe estar conciente de las causas y consecuencias que traen consigo los problemas ambientales. Deben ser ellos mismos quienes se den cuenta de la necesidad de llevar a cabo un cambio de actitudes con respecto al estilo de vida, con el fin de vivir de manera “ambientalmente aceptable” (Gallopín 1994). Es necesaria la adquisición de una conciencia ambiental para conservar adecuadamente nuestro entorno. Las condiciones ambientales determinan la calidad de vida, misma que se ve reflejada por la educación y la salud de los pueblos (Paden *et al.* 1994). En Latinoamérica la educación ambiental cobra especial importancia debido al deterioro de la calidad de vida y del ambiente, principalmente por el modelo económico de desarrollo que se ha establecido, en el cual no se toma en cuenta ni a las personas ni a la naturaleza (Aguilar 1994). Debido a esto se hace necesario que la comunidad esté conciente de los problemas a los que se enfrenta. De no ser así, sería infructuoso tratar de solucionar “algo que no es considerado como problema”. Esta toma de conciencia sólo puede conseguirse mediante el conocimiento profundo de la región, el tipo de costumbres e ideología de la gente de la

comunidad. Al conseguir la participación de los habitantes ellos mismos son quienes se dan cuenta de los problemas a los que se enfrentan y son capaces de proponer posibles soluciones. Deben fomentarse foros en donde los interesados participen y expongan sus puntos de vista. Para esto se realizaron las entrevistas con los ancianos del lugar, ya que son ellos quienes además de poseer amplios conocimientos de la región, por lo general detectan las pérdidas culturales y naturales del lugar y pueden hacer sugerencias sobre los temas que consideran importantes para que los jóvenes aprendan.

Con el fin de establecer una relación sólida y permanente, fue necesario que la comunidad designará un equipo para trabajar de manera conjunta con los asesores. Las personas designadas por la comunidad fueron involucradas en la organización y desarrollo de todas las actividades que se llevaron a cabo, capacitándose para la futura realización de las mismas. Fue necesario construir una relación de confianza y estrechar los vínculos entre los coordinadores. De acuerdo con esta experiencia se recomienda que los coordinadores conozcan las características físicas de la región, las condiciones socioeconómicas de la comunidad, sus productos agrícolas, características demográficas, recursos, empleos, niveles de educación, servicios, entre otros, al diseñar las actividades (Nturibi 1982). Esto permitirá conocer el enfoque que tiene la comunidad sobre el manejo de sus terrenos y las expectativas del programa de educación ambiental.

El programa de educación ambiental deberá diseñarse de manera conjunta entre los coordinadores y la comunidad. Se deben tener en cuenta los objetivos que se persiguen y los grupos clave hacia quienes está dirigido. En el desarrollo de cualquier programa comunitario deben considerarse las perspectivas de todos los miembros del equipo con el fin de enriquecerlo. Los objetivos básicos del programa de educación ambiental deberán ser: lograr una toma de conciencia ambiental, comprender el entorno, adquirir un comportamiento ambientalmente aceptable y concebir a la naturaleza como un bien universal. Es posible utilizar al taller como herramienta para alcanzar los objetivos del programa. Se trata de un programa que se moldea de acuerdo con las aportaciones del equipo, conforme a los objetivos particulares del programa, las características del lugar en donde se desarrolla y del grupo hacia quien está dirigido.

EL TRABAJO PARTICIPATIVO PARA EL PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

Para elaborar el programa de educación ambiental será necesario contar con la participación de un comunicador o facilitador que permita darle fluidez a la comunicación entre los expertos y la comunidad, ya que a veces la terminología y la forma de expresión de ambos no permite que la comunicación sea clara. El comunicador deberá ser aceptado por la comunidad, y si es posible deberá ser miembro de la misma (Du Sautoy 1967). Las actividades deben ser amenas, sencillas y claras, logrando con ello que la gente hacia quien están dirigidas capte el mensaje y se despierte el interés por un mayor conocimiento de los procesos naturales. Los adultos requieren de materiales y métodos relevantes y con significado adecuado a su nivel (Connect 1991). Los niños aprenden más jugando y haciendo que escuchando, por lo que los juegos y actividades al aire libre serán más adecuados para ellos. El instructor nunca debe dar por hecho que la gente conoce de lo que él habla. Deben evitarse considerar temas como “conocimiento general” ya que puede suceder que a los participantes no les quede claro algún concepto y por pena se nieguen a preguntar (Du Sautoy 1967).

Las actividades de educación ambiental deben estar enfocadas hacia la participación de la mayoría de los miembros de la comunidad. Es importante lograr una integración de los diversos sectores de la comunidad, quienes a su vez puedan difundir las actividades productivas, extractivas, recreativas y alternativas que realiza la comunidad. Establecer los objetivos, grupos clave y actividades al llevar a cabo un programa de manera conjunta, los participantes y el equipo asesor.

SISTEMATIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL TRABAJO

La sistematización es una herramienta de las ciencias sociales que busca recuperar y difundir la experiencia críticamente con la intención de mejorar las experiencias futuras. Es recomendable realizar una amplia evaluación del programa de educación ambiental. La evaluación debe estar enfocada hacia los cuatro puntos que mencionamos anteriormente: Evaluación inicial, evaluación final del aprendizaje, evaluación del programa y evaluación de los efectos ambientales. La evaluación deberá ser llevada a cabo con la participación de todas las personas que estuvieron involucradas en las actividades (Benayas 1994).

DEFINICIÓN DE COMPROMISOS

Es importante lograr un compromiso de los participantes en las actividades de educación ambiental. El cual debe estar enfocado hacia la adquisición permanente de una conducta ambientalmente adecuada. La educación ambiental constituye una herramienta para reorientar estrategias, estilos de vida, hábitos, actitudes y valores actuales (Aguilar 1994).

DIFUSIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS

Será necesario difundir las experiencias logradas, ya que ha sido un error muy común en las experiencias de educación ambiental no formal el que no se transmitan ya que se corre el riesgo de la réplica de actividades, que incluyen los errores cometidos (Van Sanden y Evia 1995). Esta difusión debe realizarse tanto al interior como al exterior de la región, con el fin de que se conozca el trabajo realizado y pueda ser evaluado de mejor manera (Cocklin 1989).

PROPICIAR LA APROPIACIÓN DEL PROGRAMA POR PARTE DE LA COMUNIDAD

La comunidad debe ser capaz de realizar por sí misma las actividades de educación ambiental. La implementación del programa es responsabilidad completa de la comunidad. Las comunidades constituyen excelentes receptores y transmisores del conocimiento. Deben tratar de replicarse las actividades realizadas en otras comunidades, pero tomado en cuenta las particularidades de cada lugar, público hacia quien se dirige (niños, mujeres, jóvenes, adultos, ancianos, etc.) condiciones socioeconómicas de la región, entre otras.

CONCLUSIONES

- . Los resultados de las actividades base para el programa de educación ambiental no formal se realizó mediante la integración de un grupo académico multidisciplinario, tanto de la comunidad como de la institución académica donde se incorporaron aspectos de carácter natural, cultural y productivo.
- . La capacitación de miembros de la comunidad se logró mediante su participación en el diseño y desarrollo de las experiencias piloto.
- . Actividades como la búsqueda de huellas y el recorrido por el encie-

- rro de venados fueron las actividades de mayor preferencia para los dos grupos de niños participantes en las experiencias piloto.
- . El recorrido por el invernadero y vivero y la proyección de los videos fueron las actividades con menor preferencia para los niños de la CINSJP; mientras que la observación de aves, la proyección de fotos y el recorrido por el aserradero lo fueron para el grupo de Morelia.
 - . Los talleres de elaboración de conservas, manejo de residuos, y el recorrido por la empresa comunal fueron las actividades de mayor preferencia para el grupo de mujeres participantes.
 - . Los niños de Nuevo San Juan tenían poco claros los conceptos biológicos de ecosistema, polinizador, biodiversidad, cadena trófica, contaminación, flora, fauna y reciclaje.
 - . Los niños de Morelia tenían una mayor comprensión de los conceptos biológicos en comparación con los de la CINSJP.
 - . Se observó en los niños de la comunidad una pérdida de conocimiento y tradición respecto de las actividades de la empresa comunal, lo que puede representar un riesgo futuro para la permanencia de la empresa.
 - . Las experiencias piloto servirán para cimentar las bases del desarrollo del programa ecoturístico de la región.
 - . La evaluación mostró la necesidad de realizar un programa de educación ambiental a largo plazo, acorde con las necesidades de la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar R., M. 1994. *Introducción de la guía de educación ambiental sobre desarrollo sustentable*. Universidad de Guadalajara. Colección Sociedad y Ambiente, pp. 15-18.
- Benayas A. J. 1994. Evaluación de programas de educación ambiental. *Boletín E. No.7. Órgano informativo de educadores ambientales*. Educación Ambiental en Latinoamérica, pp. 4-9.
- Cocklin, C. R. 1989. Methodological problems in evaluating sustainability. The foundation for environmental conservation. *Environmental Conservation* 16 (4): 343-351.
- Connect 1991. From awareness to action via nonformal environmental education. UNESCO-UNEP (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization-United Nations Environmental Program). *Environmental Education Newsletter* 16 (1): 1-3.

- Du Sautoy, P. 1967. How ideas travel. *Community Development Journal* 5: 42-46.
- De Schutter, A. y B. Yopo 1993. *La investigación participativa en América Latina*. CREFAL (Centro Regional para la Educación Fundamental en América Latina), pp. 64-79
- Dasgupta, P. 1992. Population, resources and poverty. *Ambio* 21(1): 94-101. Cambridge, Inglaterra.
- Gallopín, G. C. 1994. Mensajes para una nueva educación ambiental. *Cuadernos Verdes de Villa de Leyva* 5 (8): 16-32. Bogotá, Colombia.
- Nturibi, D. N. 1982. Training of community development agents for popular participation. *Community Development Journal*; 17 (2): 106-119.
- Palmer, J. A. 1993. Development of concern for the environment and formative experiences of educators. *Journal of Environmental Education* 24 (3): 26-30.
- Pozo, I. 1990. *Una nueva forma de aprender*. Cuadernos de pedagogía No. 180. Ed. Fontalba. Barcelona. España, pp. 24-27.
- Paden, M., M. Aguilar R., I. Castillo, A. Curiel y T. Ruge S. 1994. *Guía de educación ambiental sobre desarrollo sustentable*. Universidad de Guadalajara. Colección Sociedad y Ambiente. Capítulo 1: Desarrollo sustentable. 40 pp. Capítulo 5: Población, pobreza y degradación de la tierra, 31 pp.
- Van Sanden, G. y G. Evia 1995. Propuesta desde un enfoque socioambiental. *Formación ambiental* 6 (12): 15-18.

ANEXO 1

HOJA 1

Experiencia piloto con niños

Nombre: _____ Grado _____

Escuela _____ Edad _____

Preguntas

- 1.-¿Qué es el bosque y para qué sirve?
- 2.-¿Qué significa la palabra biodiversidad?
- 3.-¿Qué es una cadena trófica?
- 4.-¿Para qué sirven los árboles?
- 5.-¿Qué es la flora y fauna?
- 6.-¿Cómo se debe aprovechar un bosque?
- 7.-¿A dónde van los animales que viven en el bosque si éste se destruye o se quema?
- 8.-¿Para qué son útiles los insectos en un bosque?
- 9.-¿Cómo se puede conservar el bosque?
- 10.-¿Qué es la basura?
- 11.-¿Cómo se puede evitar la basura?
- 12.-¿Qué es la contaminación?

Respuestas

HOJA 2

Experiencia piloto con niños

Evaluación:

Nombre: _____

- ¿Qué te ha parecido la experiencia?
 - ¿Qué sugerencias harías para mejorarla?
 - ¿Qué fue lo que más te gustó y por qué?
 - ¿Qué fue lo que no te ha gustado y por qué?
 - ¿Si tuvieras la oportunidad de regresar lo harías?
 - ¿Qué temas te hubiera gustado conocer un poco más?
 - ¿Recomendarías a otras personas para que vinieran?
- Opinión personal o comentario

HOJA 3

Experiencia piloto con mujeres

Evaluación

- 1.-¿Qué le pareció más interesante?
 - 2.-¿Considera usted que se debería extender la experiencia a otras mujeres, por qué?
 - 3.-¿Cree usted que ha valido la pena el esfuerzo y tiempo invertido durante la realización de los talleres, por qué?
 - 4.-¿Qué críticas o sugerencias haría para mejorar este tipo de experiencias?
 - 5.-¿Qué ha sido lo más aburrido o menos interesante durante las 4 sesiones?
 - 6.-¿Le gustaría participar otra vez en actividades como estas, por qué?
 - 7.-¿Qué sugerencias haría a los instructores para que mejoraran su trabajo en posteriores experiencias?
 - 8.-¿Podría dar su opinión acerca de los talleres realizados y de las personas encargadas de impartirlos?
- Comentario que desee agregar:

DIECISÉIS

Los niños de la comunidad: su conocimiento ambiental y su percepción sobre «naturaleza»

Laura Barraza y María Paz Ceja-Adame

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la problemática del deterioro ha tomado un fuerte matiz en los temas de discusión social, político, económico y ambiental. Sin duda esta problemática ha sido acentuada por las prácticas de intervención que ha desarrollado el ser humano en el ambiente. Investigar para conocer lo que los seres humanos saben, piensan y sienten al respecto, y cuál es su preocupación por el entorno, es fundamental para proponer programas educativos y políticas públicas que fomenten una participación ambiental ciudadana. Conocer cuáles son los miedos de las comunidades humanas y sus expectativas sobre el futuro, permitirá entender cómo esas imágenes acerca del futuro y sus acciones presentes influyen en la forma de pensar y de actuar de la gente hacia el futuro (Barraza 1999).

Impulsar a la comunidad infantil a desarrollar acciones y actitudes positivas hacia el ambiente requiere de un trabajo continuo y permanente por parte de los padres en el hogar, de los maestros en las escuelas, de los líderes políticos, de los responsables de los medios de comunicación y de la sociedad misma. El proceso de participación comunitaria es complejo y requiere del esfuerzo de todos. En este estudio se analizará, por un lado, el conocimiento ambiental considerando dos aspectos: cómo aprender sobre temas ambientales (familiaridad y comprensión de conceptos), y cual es el nivel de conocimientos ambientales que se tiene, y

por otro lado, la percepción hacia la naturaleza que tienen los niños de una comunidad rural exitosa en su manejo forestal.

En México, y particularmente en el campo, existe una deficiente calidad en la formación de las habilidades básicas del pensamiento y desarrollo del niño. Por lo general, la capacidad de observación, la capacidad de concentración y de atención, la capacidad creativa, la capacidad analítica para resolver problemas, sólo por mencionar algunos aspectos relevantes de la formación analítica, están ausentes en los programas de educación rural y muy distantes de la atención curricular. Por otro lado, la mitad de los niños de comunidades rurales abandonan la escuela antes de finalizar la educación primaria (Cesder 1998). La deserción y la reprobación escolar en el medio rural a nivel de educación primaria es muy alta. Cerca del 30% de la población indígena entre los 6 y los 14 años no asisten a la escuela. Esto en cierta medida, se debe a que los niños entre estas edades representan una mayor utilidad a sus padres en la preparación de las tierras para cultivos y a la escuela la perciben como un lugar en el que no existe un sentido de utilidad inmediata para los niños, sus familias y las comunidades.

La formación de conceptos representa un proceso complejo en el que intervienen varios factores: la cultura, el hogar, la escuela y el interés individual de cada ser humano. Para entender como es que el ser humano aprende y recuerda es necesario conocer como se almacena la información en la mente del individuo. El procesar información implica cuatro funciones básicas en la mente: el proceso sensorial, la atención, la memoria y la metacognición (estar conciente y entender nuestro propio proceso cognitivo). La formación de conceptos es más que la suma de ciertos vínculos asociados formados por la memoria, es más que un hábito mental; es un acto del pensamiento complejo y genuino, que no puede enseñarse por la mera instrucción, se requiere de un estado de maduración cognoscitivo adecuado al nivel y desarrollo evolutivo del ser humano (Carey y Spelke 1994). De acuerdo con Bruner (1983), lo que es más importante en la enseñanza de conceptos es la utilización de otras formas más complejas de pensamiento. Por esto es importante definir una estrategia educativa que refuerce y fomente las habilidades básicas para el pensamiento lógico y abstracto del individuo. Es fundamental que en el ámbito de la educación formal se desarrollen políticas ambientales, así como métodos interactivos y formas de enseñanza novedosas, participativas y divertidas, con el fin de promover una conciencia ambiental y una responsabilidad social en la ciudadanía. La escuela debe concentrarse en el desarrollo de tres áreas principalmente: enseñanza

práctica de conceptos, actividades dirigidas a la participación y el desarrollo de valores. Considerando estas áreas de desarrollo la escuela puede ayudar a los niños: 1) al ejercicio de un pensamiento crítico y al desarrollo de una imaginación creativa; 2) a la participación de una manera más profunda y activa y 3) a comprometerse de forma activa y participar en los problemas locales de la comunidad.

Partir del conocimiento sobre las percepciones de los niños hacia la naturaleza nos permitirá fortalecer los valores que tienen por su entorno natural y al mismo tiempo nos ayudará a desarrollar habilidades de comunicación y cooperación en su entorno social.

Desde temprana edad el niño establece contacto con la naturaleza. Su manera de ir descubriendo el mundo es a través de su interacción con su ambiente. El niño explora y confirma su conocimiento sobre el medio. Estas experiencias ayudan a que el niño reconozca e identifique el mundo que le rodea, además de fortalecer su desarrollo. Conforme los niños desarrollan la audición y la visión, empiezan a relacionarse funcionalmente para conocer y explorar el entorno próximo a su cuerpo y al ambiente que los rodea. Van desarrollando su habilidad de observación y percepción del mundo. El deseo de explorar el entorno no es exclusivo de la especie humana, en general, los mamíferos tienen crías que pasan una fase de exploración y reconocimiento del mundo (Kellert y Wilson 1984). El niño siempre ha mantenido un interés por la naturaleza que ha estado relacionado con la intervención e interacción que el niño establece con ésta. La interacción comienza con la curiosidad, característica innata del ser humano que le ha permitido evolucionar. Existe una afiliación innata de los seres humanos hacia otros organismos vivos, a esto se le denomina "la biofilia". Esta afiliación tiene un componente genético y aprendido (Barraza 1998).

Estudios sobre percepciones ambientales demuestran que niños pequeños desarrollan percepciones hacia la naturaleza (Barron 1995, Keliher 1997, Rickinson 2001). Sin embargo, existe una tendencia en los niños pequeños de percibir a la naturaleza como una entidad natural, en la que hay elementos vivos, muy poca o casi inexistente intervención humana, además de concebirla como una entidad estática. Por otro lado, el estudio de Wals (1994) con adolescentes, sugiere que la experiencia de los jóvenes con la naturaleza influye fuertemente en sus percepciones hacia la misma. Existen además otros factores que pueden influir como el género, la edad y el factor socioeconómico entre otros.

En México muy pocos estudios se han hecho en el campo de las percepciones ambientales con niños y jóvenes (Barraza 1996, 1999 y 2001). Co-

nocer cómo perciben los niños “la naturaleza” es fundamental para dirigir actitudes y acciones positivas hacia un mejor manejo de los recursos naturales. La infancia es una etapa crucial para el desarrollo y la formación de hábitos. Es un período óptimo para la educación dirigida hacia objetivos actitudinales (Greig *et al.* 1983). Las actitudes ambientales se adquieren generalmente en etapas tempranas de la vida (Barraza 1996). Sin embargo, las actitudes no existen en forma aislada en el individuo, generalmente tienen vínculos con componentes de otras actitudes y con niveles más profundos del sistema de valores del individuo. En este proceso, la cultura juega un papel determinante en la manera de pensar, de sentir y de actuar de los individuos con relación al ambiente (Barraza 1998), y por ello, el estudio de las percepciones es fundamental ya que nos permitirá entender los vínculos, así como los intereses que existen entre las diversas comunidades humanas que determinan sus percepciones hacia la naturaleza.

En el contexto de la educación formal, la escuela juega un papel relevante en la orientación del individuo hacia el respeto por la naturaleza y por todas las formas de vida. Los programas educativos deben claramente estar dirigidos a establecer actividades que generen una sana interacción entre el niño y la naturaleza. Deben apoyarse en prácticas fuera del aula que fomenten la curiosidad, exploración, observación y la participación. La escuela debe empezar a implementar y a desarrollar sistemáticamente una perspectiva global desde los primeros años de la escuela primaria (Greig *et al.* 1983).

A través de una investigación que nos permitiera evaluar el impacto cultural, así como la influencia de la educación formal en una comunidad reconocida por el buen manejo forestal que hace de su territorio, se estableció el objetivo de este estudio. Conocer que percepción manifiestan los niños de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan hacia “la naturaleza”, así como evaluar el nivel de conocimientos sobre diez conceptos ambientales, su comprensión y aplicabilidad hacia los mismos. Para el proceso de análisis se contempló la evaluación de otros aspectos como la edad, el género y el tipo de escuela. Cabe mencionar que siempre que nos refiramos a “niños” en este estudio, lo consideramos para ambos sexos.

MÉTODOS

SUJETOS DE ESTUDIO

Se trabajó con niños de seis escuelas primarias de las cuales una se encuentra aledaña a la población de Nuevo San Juan. Una escuela es priva-

da y cinco públicas (cuadro 1). Nuestra muestra estuvo integrada por un total de 663 niños del nivel de educación primaria, en 49% de niñas y 51% de niños. Esta muestra representa el 29% de la población infantil entre los 7 y 12 años de edad registrada en las escuelas primarias. Para conocer la percepción de los niños hacia la "naturaleza" se trabajó con niños de los grados 2°, 4° y 6°; y para evaluar el nivel de conocimientos ambientales se trabajó con niños de 1°, 3° y 5° grados.

Entre estas edades los niños desarrollan un proceso de pensamiento más complejo (habilidades para ordenar, clasificar, analizar e interpretar). Son además intensamente curiosos con respecto a todo lo que les rodea, muestran actitudes abiertas y flexibles hacia otras culturas, interesándose por cuestiones sociales y políticas y manifiestan un gran interés en la vida del ser humano.

CUADRO 1. ESCUELAS Y TOTAL DE NIÑOS POR GRADOS

ESCUELA	TIPO	TURNO	LOCALIDAD	GRADOS					
				NIÑOS EN 1º	NIÑOS EN 2º	NIÑOS EN 3º	NIÑOS EN 4º	NIÑOS EN 5º	NIÑOS EN 6º
I. Allende	Privada	Matutino	San Juan	42	40	44	44	32	36
J.M. Morelos	Pública	Vespertina	San Juan	27	35	26	23	22	26
J.M. Morelos	Pública	Matutino	San Juan	42		37		22	
Á. Obregón	Pública	Vespertino	San Juan	24		20		20	
Á. Obregón	Pública	Matutino	San Juan	24		20		24	
E.I. Madero	Pública	Matutino	Milpillas	11		15		7	
				Total de niños = 663					

BASES DEL ESTUDIO

Este estudio se basó en una investigación valorativa-evaluativa y de tipo etnográfico en términos de interpretar y describir el comportamiento humano (Barraza 1996). Se trata del estudio de la cultura humana bajo el entendi-

miento de las formas de vida desde la visión de quienes se desenvuelven en ella, tratando de conocer las relaciones de los individuos, su comportamiento, sus significados y cómo conciben al mundo que les rodea. Se emplearon métodos múltiples, la utilización conjunta de métodos cualitativos y cuantitativos. Una de las ventajas que ofrecen los métodos múltiples en una investigación de este tipo, es que nos permite conocer la realidad de los sujetos de estudio desde varias perspectivas de análisis (Barraza 1996), llevándonos a analizar, interpretar y a evaluar de forma más completa una investigación de tipo social y educativa. El trabajo de campo se realizó en un período de diez meses y se dividió en dos etapas: análisis y aplicación de instrumentos de evaluación y realización de observaciones sistematizadas.

DISEÑO DE INSTRUMENTOS

Se diseñaron formatos de registro basados en Bakeman y Gottman (1992) y adaptados por Barraza (1996). Los tiempos de observación se llevaron a cabo durante la impartición de clases y durante el recreo. Los registros consideraban las dinámicas de relación que se generan dentro y fuera del aula. Estas observaciones nos permitían conocer además las áreas de interés de los niños, así como las interacciones de ellos y entre ellos hacia el ambiente. Además se hicieron entrevistas con los dirigentes de la empresa, así como con el inspector escolar de la zona, directores de las escuelas, con los maestros y con los padres de familia.

Para evaluar el conocimiento de los niños de Nuevo San Juan en relación con el ambiente, se diseñaron tres instrumentos que fueron aplicados a niños de primero, tercero y quinto grado del nivel de educación primaria (cuestionarios abiertos, cerrados, opción múltiple y dibujos). Para determinar las diferencias significativas entre los grados se utilizaron las pruebas de Kruskal-Wallis y Tukey-Kramer, y se estableció un nivel de significación de 0.05.

Se llevó a cabo una revisión de los libros de texto gratuito de Ciencias Naturales correspondientes a los seis grados de educación primaria, para precisar temas comunes que facilitaran la construcción del planteamiento y el manejo de la información ambiental (cuadro 2).

El planteamiento de investigación: "Cuando me hablan de naturaleza pienso en...", se aplicó bajo el formato de pregunta abierta en un esquema de cuestionario. Los cuestionarios además de las entrevistas, siguen siendo los instrumentos más ampliamente utilizados por los investigadores sociales para obtener información acerca de las percepciones, actitu-

des y valores. Para el análisis de la premisa de investigación, se utilizó el método de análisis de contenido (Barraza 1999), y se establecieron categorías de análisis. Se consideraron además las siguientes variables:

- a) Tipo de escuela: entre escuela pública y escuela privada
- b) Edad: 7-8-9 años y 10-11-12 años
- c) Sexo: niños y niñas

Para ello se aplicó un análisis estadístico, la prueba de X^2 . Esta prueba se empleó para determinar si existían diferencias entre las distintas variables a comparar y si las diferencias encontradas eran significativas (Siegel 1978). En este caso se estableció un nivel de significación de 0.05.

CUADRO 2. RESULTADOS DE LA REVISIÓN DE LOS LIBROS DE TEXTO GRATUITOS DE CIENCIAS NATURALES

TEMAS	2º	4º	6º
RELACIONADOS CON:			
<i>Seres vivos y su ambiente</i>	. El ambiente . Las plantas y animales . Las plantas y animales de tu localidad . Semejanzas y diferencias entre las plantas y los animales . Seres acuáticos . Seres terrestres . Los animales terrestres	. ¿Cómo es el lugar donde vivimos? (ecosistemas) . Ellas y ellos (hembras y machos) . ¿Cómo se reproducen los animales? . ¿Cómo se sostienen los animales? . Los animales que no tienen huesos . Un sistema que nos relaciona con nuestro ecosistema	. Ecosistemas . Bosques templados . Evolución . La Tierra cambia . Comportamiento (animal)

(Continúa)

CUADRO 2. RESULTADOS DE LA REVISIÓN DE LOS LIBROS DE TEXTO GRATUITOS DE CIENCIAS NATURALES

TEMAS RELACIONADOS CON:	2º	4º	6º
<i>Recursos naturales</i>	. Los paisajes naturales	. ¿Cómo hacemos las cosas? . ¿De dónde obtenemos las materias primas? . ¿Qué producimos? . ¿Qué más producimos?	. La pesca (aprovechamiento y manejo)
<i>Cambios ambientales</i>	. Cambios del ambiente	. El hombre altera los ecosistemas . Consecuencias del uso y del abuso	. Contaminación
<i>Protección ambiental</i>	. El cuidado del suelo . El cuidado del aire . El cuidado del agua . El cuidado de la vida	. No contaminemos el agua . ¿Qué contamina? . ¿Cómo corregir?	. Contaminación

CUANDO ME HABLAN DE NATURALEZA PIENSO EN...

En nuestro planteamiento la palabra clave fue naturaleza. Ésta se utilizó en lugar de las palabras medio o ambiente por su claridad semántica. En el caso de las palabras medio o ambiente existe ambigüedad, dado que son utilizadas para designar un amplio conjunto de elementos y condiciones físicas, espaciales, sociales, económicas y culturales en el que se

desarrollan los individuos, la actividad de éstos, sus grupos y comunidades (Caride *et al.* 1991).

Este planteamiento nos permitió conocer que es lo que perciben los niños de una comunidad rural hacia el entorno natural en función del reconocimiento que tienen sobre determinados elementos bióticos y abióticos, considerando componentes aislados hasta otros más complejos. Además de conocer en que medida el desarrollo cognoscitivo, la edad de los niños y el aspecto cultural son factores que determinan la percepción del niño hacia la naturaleza. Una vez analizadas las respuestas de los niños se construyeron categorías temáticas. En total se establecieron cuatro categorías:

- a) Flora-fauna
- b) Ecosistemas
- c) Acción
- d) Descriptivo-teológica

En la categoría flora-fauna se incluyeron desde nombres específicos de animales, la palabra animales, la palabra fauna, nombres específicos de plantas, las palabras plantas, pasto, arbustos, árboles, pinos, encinos y las palabras flora y vegetación. En la categoría ecosistemas se incluyeron los nombres de uno a varios ecosistemas tales como selva, bosque, desierto, océano y la misma palabra ecosistemas. La categoría acción abarcó respuestas cuyo contenido implicaba acciones directas a favor de la naturaleza, de hecho, solían empezar siempre con un verbo, lo cual facilitó su identificación. Entre estas respuestas encontramos respetar el ambiente, no tirar basura, no cortar árboles, mantener limpio el lugar donde estamos, cuidar la naturaleza, no matar animales, no contaminar, etc. En la categoría descriptivo-teológica se incluyeron respuestas en las que los niños se veían directamente como un elemento más de la naturaleza. En esta categoría describían todo lo que les rodeaba, específicamente paisajes y además le daban un valor estético. También se encontró que al describir sus paisajes los niños vertían de manera muy profunda emociones y sentimientos relacionados con aspectos teológicos, principalmente haciendo mención a la obra divina de Dios. Algunas de las respuestas en esta categoría fueron yo pienso en amor, yo pienso en Dios, me siento feliz, pienso en que si Dios no hubiera creado el mundo no podríamos vivir, yo pienso en el mundo entero y los seres vivos, yo me siento contento, pienso en que se está acabando, pienso en la felicidad, yo me imagino que estoy caminando entre el bosque y escucho a los pájaros y al agua

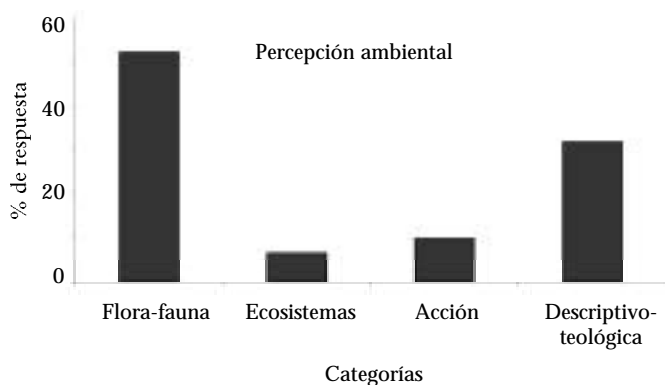
que choca con las rocas, pienso que es muy bonita y me imagino un paisaje con montañas y flores de colores, entre otras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

«NATURALEZA»

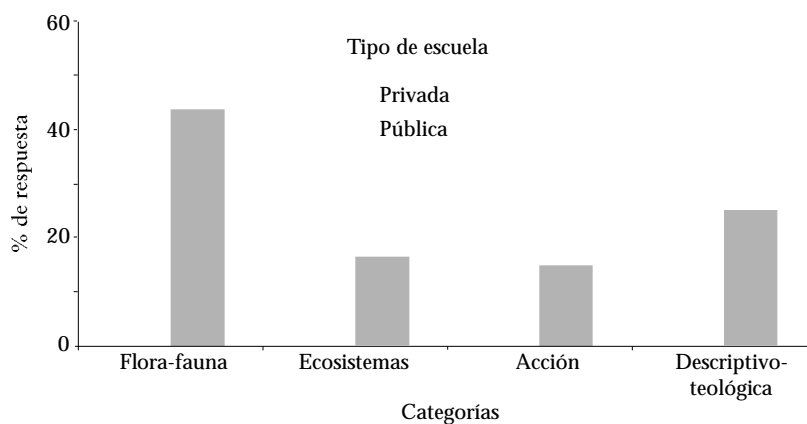
En general, los resultados demuestran que un alto porcentaje de la comunidad infantil de Nuevo San Juan (52.2%) percibe a la naturaleza como un conjunto de elementos florísticos y faunísticos, aislados de las dinámicas de relación. Este resultado es similar a los encontrados en estudios con niños, ingleses y australianos realizados por Barron (1995), Bonnet y Williams (1998) y Keliher (1997). Existe una visión limitada y fragmentada debido en parte al enfoque especificista que se da en las escuelas. Según este enfoque el pensamiento especificista promueve un planteamiento estático, lo cual coincide con los resultados en este estudio, ya que percibir a la naturaleza como un sistema ecológico (ecosistema) y dinámico, el menor porcentaje de respuesta se obtuvo por los niños (6.3%, figura 1). Por otro lado, el 31.8% de los niños percibe a la naturaleza con un fuerte sentido religioso y de agradecimiento hacia Dios. Es importante señalar que la escuela privada es dirigida por religiosas. En contraste sólo 9.5% de los niños perciben a la naturaleza como un lugar en el que hay que actuar para conservarlo y protegerlo (categoría de acción).

FIGURA 1. COMPARACIÓN GENERAL ENTRE CATEGORÍAS



Los resultados mostraron que los niños tanto de escuela privada como pública tienden a percibir y a relacionar a la naturaleza en mayor proporción con plantas y animales (55.9% y 43.7% respectivamente), elementos que son representativos y comunes cuando se piensa en espacios intactos y libres de la intervención del ser humano (figura 2). A pesar de que la comunidad infantil en general tiene nociones claras para relacionar lo que percibe en la naturaleza a través de elementos de flora y fauna, son los niños de la escuela privada quienes expresaron una mayor tendencia que los de la escuela pública hacia este tipo de elementos biológicos. Además son quienes describieron con mayor detalle su presencia en la naturaleza, aunado a que citaron más elementos religiosos. Esto refleja en primer término que la percepción por elementos biológicos aislados en los niños de la escuela privada, parece estar mucho más reforzada que en la escuela pública. Esto podría estar determinado por el planteamiento especificista de la escuela, ya que no se promueve un pensamiento holista que permita tener una estructura más global. Se encontró además que los niños del colegio privado tienden a mencionar más elementos religiosos en su percepción hacia la naturaleza. Esto se debe a la fuerte orientación que dicha institución tiene, ya que es dirigida por religiosas.

FIGURA 2. COMPARACIÓN ENTRE ESCUELA PRIVADA Y ESCUELA PÚBLICA. LOS ASTERISCOS INDICAN LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS (***) $p < 0.001$



En la categoría de análisis de percibir a la naturaleza como un ecosistema se encontraron diferencias significativas ($X^2= 19.51$; $gl=1$; $p< 0.001$; figura 2). Los niños de la escuela privada expresan limitadamente que la naturaleza sea un conjunto de interrelaciones entre factores físicos y biológicos. Muy pocos logran percibir la complejidad de la naturaleza como un ecosistema (1.8%), mientras que los niños de la escuela pública logran identificar en mayor medida esta idea de relación e integración ecológica en la naturaleza (16.6%).

Por otro lado, se encontró que los niños en la escuela pública manifestaron una actitud más positiva hacia la naturaleza a diferencia de los niños en la escuela privada (14.5% y 7.3% respectivamente, (figura 2). En este plano se encontró que la tendencia a participar en el ambiente es significativamente diferente entre niños de las dos escuelas trabajadas ($X^2= 13.52$; $gl=1$; $p< 0.001$).

Esta mayor actitud de respeto hacia la naturaleza mostrada por los niños de la escuela pública bien podría estar influida por las campañas y actividades a favor del ambiente, en las que han participado. Además, la escuela pública se encuentra ubicada físicamente a un lado de los contenedores que almacenan la separación de la basura de la población. En esta misma plaza es común observar letreros con mensajes como: “No pisar el pasto”, “Cuida las áreas verdes”, “No tires basura”, entre otros. Estos mensajes podrían estar teniendo un efecto subliminal en la percepción infantil, ya que quienes asisten a la escuela pública y atraviesan esta plaza diariamente observan los mensajes.

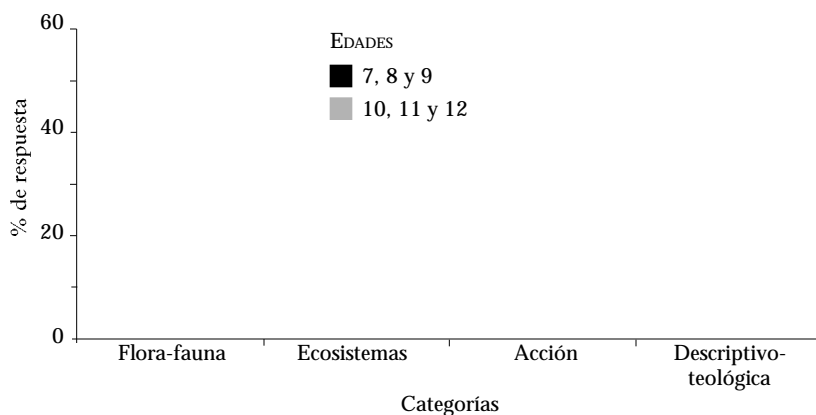
Pese a que no se observó que en la escuela pública existiera una campaña interna enfocada particularmente a la protección del ambiente, es evidente que aquí, el contexto social de la misma comunidad parece estar influyendo en la actitud de respeto por la naturaleza y puede ser una clara señal de que las actividades de mejoramiento ambiental están impactando de forma positiva en los niños de la comunidad.

Entre edades se realizó una comparación general independientemente del tipo de escuela. Se observó que entre los dos rangos existe una percepción casi similar hacia la flora, la fauna y hacia las cuestiones descriptivas, emocionales y religiosas. Sin embargo, al analizar independientemente los datos de acuerdo con los dos rangos de edad establecidos, se pudo observar que entre los 7 y 9 años los niños perciben mucho más a la naturaleza como elementos exclusivamente biológicos (54.2%, figura 3). Esto se debe básicamente a su lógica de pensamiento que los conduce a relacionar elementos muy sencillos con una escasa abstracción, res-

pondiendo en gran medida a la etapa que viven dentro de su desarrollo cognoscitivo. La construcción de asociaciones e interacciones implica un ejercicio conceptual más profundo. Por otro lado, la percepción de la naturaleza en este rango de edad (7 a 9) hacia los paisajes, emociones, cuestiones estéticas y religiosas fue ligeramente mayor que en el rango de edades mayores (37.3%, figura 3). Esto puede deberse a que los niños más pequeños suelen expresar un vínculo sentimental e idealista de forma más profunda con la naturaleza, generalmente su percepción se dirige más hacia la admiración.

Sin embargo, en lo que concierne a la categoría de acción, fue evidente que los niños de 10, 11 y 12 años de edad, mostraron una mayor tendencia a ser más activos y participativos en y hacia el ambiente (10.8%, figura 3) que los niños más pequeños. Esto también responde a la etapa de desarrollo evolutivo y madurez cognoscitiva del individuo. En este periodo el pre-adolescente en su búsqueda de identidad, refleja un gran interés y preocupación por su entorno. El individuo suele participar activamente en la solución de conflictos. Es el período en el que se consolida el pensamiento adulto, por lo que existen cambios en sus formas de actuar y de pensar. Estos cambios parecen concentrar una especial atención a las cuestiones sociales, comunitarias y a la adquisición de responsabilidad ante sus acciones.

FIGURA 3. COMPARACIÓN ENTRE EDADES. LOS ASTERISCOS INDICAN LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS (** p< 0.01)



Un resultado importante en el que se encontró diferencia significativa y que es determinado por el desarrollo evolutivo, fue la percepción a la naturaleza como un ecosistema. Únicamente los niños de 10, 11 y 12 años de edad percibieron a la naturaleza como un sistema ecológico ($X^2=10$; $gl=1$; $p < 0.01$, figura 3).

Finalmente, la comparación entre sexos reveló que no existen diferencias significativas en este rubro. Tanto niños como niñas perciben de forma muy similar a la naturaleza, en su gran mayoría la perciben como plantas y animales (52.3% y 52% respectivamente) y como un paisaje de origen divino (32.1% y 31.5% respectivamente). Después, aunque con valores realmente bajos, la perciben como un lugar que hay que proteger (9.5% para ambos sexos) y por último como un ecosistema (5.9% y 6.8% respectivamente).

En el estudio se encontró que la percepción de los niños hacia la naturaleza está fuertemente relacionada con el lugar en donde viven (comunidad cultural), a la escuela que asisten y al período evolutivo en el que se encuentran (desarrollo cognoscitivo).

En cuanto al lugar en el que viven es fundamental establecer políticas de cooperación entre las diferentes instituciones del lugar. En este caso se recomienda crear vínculos que apoyen las actividades prácticas educativas entre la escuela, la empresa y la comunidad en general.

Con respecto a la escuela es necesario incorporar en sus planes y programas de estudio el pensamiento holista. Esto favorecerá a que exista una estructura global y a que se promueva un planteamiento dinámico. Se recomienda que los educadores partan de lo general a lo particular en sus ejemplos y descripciones, ya que el pensamiento especificista promueve un planteamiento estático.

En la medida en que se incorporen prácticas educativas que refuercen las habilidades básicas para el desarrollo científico del educando, se fortalecerá la madurez cognoscitiva y afectiva del individuo ayudándole a adquirir un pensamiento equilibrado.

EL CONOCIMIENTO AMBIENTAL (COMPRENSIÓN Y APLICABILIDAD)

Para evaluar el conocimiento ambiental (comprensión y aplicabilidad de conceptos), en los niños de primer grado se construyó un instrumento de evaluación basado en dibujos. La composición del formato incluyó seis conceptos básicos representados con dibujos: son seres vivos, hábitat de un mono, es un reptil, planta del desierto, bosque deforestado y mamífero del sur.

Para averiguar el nivel de conocimiento ambiental de los niños de tercero y quinto grado se construyeron dos tipos de cuestionarios. Uno evaluaría el nivel de conocimientos ambientales y el otro evaluaría el nivel de entendimiento y/o aplicabilidad del concepto. Se eligieron diez conceptos ambientales los cuales se encuentran en los contenidos curriculares de los libros de texto gratuitos de ciencias naturales de la Secretaría de Educación Pública. Los diez conceptos fueron: ecosistema, capa de ozono, deforestación, hábitat, biodiversidad, cadena alimenticia, reciclar, peligro de extinción, calentamiento global y erosión. Un factor importante para analizar era conocer de que forma en el ámbito de la educación formal, los niños incorporan conceptos ambientales en una comunidad reconocida por su manejo forestal.

De seis conceptos ambientales los niños de primer grado sólo conocen tres. Esto en parte puede deberse a la falta de maduración del individuo en su desarrollo cognoscitivo, afectivo y social. Los niños pequeños no dan razones morales, tampoco entienden las reglas que existen detrás de su comportamiento (Caduto 1985). En este período evolutivo (6 -7 años de edad), el niño aún está en una fase incipiente de abstracción y desarrollo. Sin embargo, de acuerdo con las entrevistas realizadas a los maestros y a las observaciones hechas en el aula, se nota una gran ausencia en los discursos de los maestros hacia los contenidos sobre ciencias naturales. La mayoría de los niños en las comunidades rurales carecen de una motivación adecuada para aprender. Por lo general estos niños están ausentes, su nivel de atención es muy pobre y más aún su capacidad para discutir y resolver problemas. La educación en el campo padece pobreza, rezago, sacrificio y sufre de una cobertura insuficiente además de programas y materiales educativos inadecuados (Warman 1993). El rendimiento cuantitativo del sistema educativo formal en las zonas rurales, no sólo de México, sino de América Latina en general, pareciera indicar que la estructura, la organización y los métodos de dicho sistema no son adecuados para esas zonas ya que no responden a las necesidades de las comunidades rurales (CEPAL, UNESCO y PNUD 1987, Barraza y Walford 2002). Esto se debe principalmente a problemas muy severos en la capacitación de los docentes en la enseñanza de las ciencias, y a los programas vigentes. De acuerdo con cifras de la UNESCO (2000), el 84% de la población infantil de México sólo estudia hasta el quinto grado de la educación primaria y sólo el 61% logra inscribirse en la educación secundaria. Esta situación decrece aún más en el campo.

El concepto más conocido para los niños de primer grado fue el reconocimiento de una planta del desierto (cactáceas) con 42.3%. Sin embargo, llama la atención que la vegetación característica de la zona no es seca. Esto puede atribuirse a las representaciones sociales preestablecidas que existen en el código de información conceptual de los seres humanos. Las cactáceas representan sin duda un símbolo nacional, se les encuentra en el escudo nacional y están fuertemente asociadas al estereotipo mexicano.

El concepto menos conocido correspondió al identificar un mamífero del sur con 21.7%. Esto tiene sentido, ya que los niños de esta zona no están familiarizados con esta especie (mono). Sin embargo llama la atención que sólo el 25.3% de los niños de primer grado fueron capaces de reconocer lo que significa un ser vivo. Entre los niños de primer grado no se encontraron diferencias significativas de género en cuanto al nivel de conocimientos ambientales.

En general el conocimiento de los niños de tercero y quinto grado sobre los diez conceptos ambientales fue bajo. La media de los niños identificó cuatro conceptos sobre diez, y en lo particular el porcentaje de respuesta a cada uno de ellos fue bajo (cuadro 3). El porcentaje en el conocimiento de estos conceptos, particularmente para los niños de tercer grado fue menor que el porcentaje obtenido por los niños de quinto (32% y 54% respectivamente). Esto es natural ya que de acuerdo con el desarrollo evolutivo la maduración cognoscitiva de un niño de 11 años es mayor a la de un niño de 8 años. En este caso los niños de tercero supieron menos que los niños de quinto grado.

El concepto más conocido por los niños del tercer grado fue “reciclar” (66%). Este mismo concepto ocupó el segundo lugar para los niños de quinto grado (73.2%). En este contexto es importante mencionar que la comunidad desde 1998 ha iniciado un programa de reciclado de basura en la ciudad, lo que puede estar indicando el reconocimiento y la asimilación del concepto.

El concepto que más supieron los niños de quinto grado fue “capa de ozono” (88.18%), y este mismo concepto ocupó el segundo lugar en los niños de tercer grado (62.6%). En este caso el concepto está fuertemente relacionado con las campañas sobre contaminación atmosférica que frecuentemente se realizan en las grandes ciudades, principalmente en la Ciudad de México. Otros estudios sobre percepciones ambientales, realizados con niños también han identificado “a la contaminación” como un importante problema mundial (Barraza 2001). Además, los medios

de comunicación han favorecido que exista una mayor difusión y conocimiento sobre estos problemas ambientales en particular.

CUADRO 3. CONOCIMIENTO SOBRE EL SIGNIFICADO DE LOS CONCEPTOS AMBIENTALES

PREGUNTA	TERCERO (%)	QUINTO (%)
1. Ecosistema	17.9	73.2
2. Capa de ozono	62.6	88.1
3. Deforestación	11.1	24.4
4. Biodiversidad	26.5	51.1
5. Hábitat	14.1	21.2
6. Cadena alimenticia	59.2	69.2
7. Reciclar	66.0	73.2
8. Peligro de extinción	22.8	62.9
9. Calentamiento global	24.6	57.4
10. Erosión	14.8	23.6

El concepto de «ecosistema» fue entendido en una mayor proporción por los niños de quinto año (73.2%). Sin embargo este mismo concepto fue pobremente entendido por los niños de tercer grado (17.9%). El concepto menos conocido en los niños de tercer grado fue “deforestación” (11.1%). Este concepto también fue poco conocido por los niños de quinto grado (24.2%). A su vez el concepto de “erosión” también representó dificultad en su entendimiento tanto a los niños de tercero como a los niños de quinto (14.8%, 23.6% respectivamente). Podemos explicar que la falta de conocimiento sobre los conceptos antes mencionados puede deberse a que los niños de Nuevo San Juan no han sido expuestos a los procesos de erosión y/o deforestación como se da en otras partes del campo mexicano debido principalmente al manejo adecuado del bosque que práctica la comunidad.

Cabe mencionar que el concepto de “hábitat” fue conocido únicamente por el 21.2% de los niños de quinto grado y por el 14% de los niños de tercero.

El hecho de que no exista un vínculo que coordine las actividades de la empresa con las actividades escolares del pueblo, es un factor que está sin duda afectando el conocimiento ambiental de los niños de Nuevo San Juan. Además no existe un programa de participación por parte de las escuelas en el desarrollo de actividades prácticas sobre las ciencias naturales fuera o dentro del aula. De acuerdo con las observaciones realizadas y a las entrevistas practicadas a los docentes de la zona, éstos dedican únicamente dos horas a la semana a la enseñanza de las ciencias naturales. Por otro lado, carecen de equipo de laboratorio y difícilmente pueden programar una visita de campo. Estos son obstáculos que entorpecen el desarrollo de habilidades científicas en los educandos.

MANEJO DE CONCEPTOS AMBIENTALES POR LOS NIÑOS DE TERCERO Y QUINTO GRADOS

El haber escuchado un concepto no es garantía de entender su significado y menos aún de saber aplicarlo. En este caso el segundo cuestionario evaluó la capacidad de los niños para ejemplificar los conceptos a situaciones prácticas y cotidianas. Los resultados revelan que si el nivel de conocimientos en general fue bajo, el grado de aplicabilidad de los conceptos es aún más deficiente.

El promedio general mostró que sólo el 23% de los niños (de tercero y quinto grado) fue capaz de dar ejemplos sobre los diez conceptos ambientales (cuadro 4). En el caso de los alumnos de tercer grado, el promedio fue de 24% y en los niños de quinto de 34%.

Llama la atención que a pesar del casi 20% de los niños de tercero que conocieron el significado del concepto "ecosistema", menos del 1% pudo dar ejemplos sobre diferentes ecosistemas. Lo mismo sucede para el caso de los niños de quinto grado, donde casi el 75% supo definir el concepto y menos del 30% pudo ejemplificarlo.

Los ecosistemas más mencionados por los alumnos de quinto grado fueron: bosque (12.59%), acuático (10.2%), selva (3.1%), desierto (2.3%), terrestre (2.3%), tundra (1.5%), sabana (0.7%) y pradera (0.7%).

Para los niños de ambos grados se encontró, que de los diez conceptos ambientales, en siete prevalece la tendencia descrita en el párrafo anterior. Es decir, a pesar de que los niños saben el significado de los conceptos, manifiestan un desconocimiento en la aplicación de los mismos. Esto comprueba la hipótesis que sostenemos que a pesar de conocer o haber escuchado un concepto, se puede no entenderlo, razón de

CUADRO 4. APLICACIÓN DE LOS CONCEPTOS AMBIENTALES

PREGUNTA	TERCERO (%)	QUINTO (%)
1. Escribe el nombre de un ecosistema	0.59	28.8
2. ¿Para qué es importante la capa de ozono?	42.8	71.2
3. ¿Qué pasa cuando un bosque es deforestado?	29.1	49.6
4. ¿Qué plantas y animales componen la biodiversidad de donde vives?	46.4	51.2
5. ¿Cuál es el hábitat de una lagartija?	27.3	36.8
6. Realiza una cadena alimenticia	47.0	50.4
7. ¿Qué productos se reciclan?	54.1	68.0
8. ¿Cuáles son las causas de la extinción de los animales?	16.1	40.8
9. ¿Qué ocasiona el calentamiento global en la Tierra?	7.7	40.0
10. ¿Por qué se erosiona el suelo?	7.1	2.4

más para desarrollar programas de educación que vinculen el trabajo de la escuela con las actividades prácticas de la comunidad. Sin embargo resulta interesante mencionar que en tres conceptos surgió el efecto contrario. Los tres conceptos fueron los mismos para los alumnos de tercer y quinto grado: deforestación, biodiversidad y hábitat. En el caso de la respuesta a ¿qué pasa cuando un bosque es deforestado? Los niños del tercer grado parecen haber tenido confusión en el concepto, ya que lo enfocaron a la acción de quemar el bosque. En el caso de los niños de quinto grado la relación empleada para este concepto fue la acción de cortar árboles y dar una explicación de lo que sucede al cortar los árboles. Algunos ejemplos: “ya no hay plantas ni animales”, “se mueren los animales y no hay oxígeno”, “no hay vida en el planeta”, “se nos va acabando la naturaleza”, “poco a poco se extingue la flora y fauna” y “el ecosistema queda destruido”. La complejidad de las respuestas se ve incrementada con la edad y el grado de desarrollo cognitivo de los niños.

Con respecto a la pregunta ¿qué plantas y animales componen la biodiversidad de donde vives? Los niños manejaron este concepto asociando a las plantas y a los animales que les son familiares y que tienen en casa, por ello se limitaron a describir plantas y animales domésticos principalmente. Se encontró que los niños de tercero se dedicaron a citar más animales que plantas. Mientras que en el caso de los niños de quinto grado se mencionaron en mayor proporción plantas que animales. Para ambos casos las plantas que más mencionaron los niños fueron: las malvas, las rosas, el geranio, los girasoles, el árnica, la hierbabuena, la camelina, girasoles, orquídea, claveles, dalias, azucenas, alcatraces y laurel. También hicieron mención de diferentes árboles: pinos, encino, pinobetes, madroño, durazno, fresno, aguacate, el limón, el naranjo y manzano. Con respecto a los animales se mencionaron preferentemente domésticos: perros, gatos, conejos, vacas, gallinas, caballos, burros, cerdos. Entre los animales silvestres más mencionados se encontraron: lagartijas, cuiniques, ardillas, venados, culebras, ratones, zorrillos, mariposas, águilas, peces y pájaros. Además hubo estudiantes que mencionaron otros animales como el camello, el león, el puma, el oso y el gorila.

Con respecto a describir ¿cuál es el hábitat de una lagartija? Las respuestas que dieron los niños de tercer grado, se centraron en describir lugares específicos como las piedras, en las paredes, en el monte, debajo de la tierra, en el tejado, en la capilla, en el pasto y en la tierra donde hacen su cueva. En el caso de los niños de quinto grado se encontró que ellos describen además de lugares específicos, regiones o algún ecosistema en particular, por ejemplo; un lugar templado, en un lugar seco, o en el bosque verde o incluso el desierto.

En el caso de explicar ¿qué ocasiona el calentamiento global en la tierra?, o ¿porqué se erosiona el suelo? Se encontró que hubo una gran dificultad por parte de los niños en explicar estos fenómenos. El análisis sobre la aplicabilidad de los conceptos revela que en general las preguntas que buscaban descripciones fueron más sencillas, a diferencia con aquellas que buscaban explicaciones causales sobre diferentes eventos. Esto revela la falta de trabajo en el aula para desarrollar habilidades básicas como la observación, el análisis, la capacidad de razonar, de buscar explicaciones y de resolver problemas.

El discurso que hemos abordado en este apartado sobre el conocimiento ambiental relaciona y conecta términos y conceptos como: aprendizaje, cognición, conocimiento, reconocimiento, asimilación, aplicación, comprensión y entendimiento. La relación que existe entre cada uno de ellos

tiene que ver con el grado de experiencia, de abstracción y de manipulación del concepto. Estos conceptos tienen que ver con la forma en como se construye el conocimiento, en este caso en particular, es a partir del método sensorial-intuitivo, el cual se apoya en el supuesto de que el conocimiento es copia de la realidad y que el sujeto tiene el papel de registrar pasivamente lo que viene del exterior (Delval 1983). En este caso el alumno no debe limitarse a escuchar lo que le dicen, sino que deberá apoyarse en sus sentidos e intuición. Esto ofrece elementos sensibles a la percepción y a la observación del niño, favoreciendo la comprensión de los conceptos.

LOS PADRES Y LA COMUNIDAD EN LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS AMBIENTALES

El desarrollo de valores es principalmente un proceso de socialización. Este proceso comienza en el hogar y son los padres quienes lo inician. El papel de los padres es fundamental para el desarrollo físico, cognitivo y afectivo de cada niño. Ellos juegan un rol determinante en el proceso enseñanza- aprendizaje de los niños. Son los primeros modelos que tienen los niños, y por ello es en el hogar donde se inicia el conocimiento y el entendimiento hacia el mundo (Barraza 2001).

Un aspecto importante de este estudio era conocer el proceso de enseñanza- aprendizaje que se genera en el hogar a través de los padres, principalmente de aquellos que trabajan en la empresa forestal. Thomas (1993), señala que fomentar el conocimiento ecológico en la población adulta es de gran valor porque:

1. Despierta una preocupación hacia la protección del ambiente.
2. Desarrolla habilidades importantes entre los miembros de una comunidad.
3. Motiva a presionar a las autoridades en la toma de decisiones para cambiar políticas.

En este estudio se realizaron 120 entrevistas, 60 a padres de familia que en su mayoría eran mamás y 60 a trabajadores, administrativos y empleados del aserradero. En total el 23.3% de los padres señalan que al menos, una vez a la semana les dedican tiempo a sus hijos para hacer algún tipo de actividad en la naturaleza, como ir de campo, al zoológico, sembrar árboles y cortar frutas principalmente. La mayoría de los padres (88.5%) y de los trabajadores del aserradero (84.61%) señalan que les

transmiten acciones positivas a sus hijos. Estas acciones incluyen el platicar con ellos sobre el cuidado de las plantas y los animales. Las acciones están enfocadas a resolver problemas como no tirar basura, no utilizar muchos plásticos, no maltratar las plantas o animales, cuidar el bosque, aprovecharlo racionalmente, reforestar, prevenir y apagar incendios. Casi la mitad de los padres y trabajadores del aserradero (46.6% y 43.53% respectivamente) que transmiten acciones positivas a sus hijos, discuten además asuntos relacionados con el ambiente con mayor profundidad. Cabe señalar que la mayoría de las acciones que los padres transmiten a sus hijos tienen una fuerte connotación normativa. Prevalece el deber ser, como principio regulador del comportamiento. El proceso de enseñanza-aprendizaje que se da en el hogar sigue las características de la educación tradicional. Es unidireccional, autoritario y normativo. Esto también es un reflejo de la sociedad mexicana, que se intensifica más en las comunidades rurales, en donde el componente religioso juega un papel fundamental como regulador de conductas.

El discurso actual de la educación para la sustentabilidad integra el trabajo comunitario, con el del hogar y con el de la escuela. El diseño de las actividades parte del constructivismo de los actores sociales de la comunidad y considera los aspectos sociales, políticos, económicos y ambientales prioritarios de la organización comunitaria. El desarrollo se construye en función de lo necesario. La transición hacia la sustentabilidad es el proceso de encontrar nuevas formas de adquirir conocimientos y de ser una comunidad humana más cooperativa.

El conocer y asimilar un concepto requiere sin duda de la práctica constante y de la capacidad para ejercitar a través de la experiencia directa dicho concepto. Esto requiere del conocimiento y la experiencia de los padres para reforzar el proceso enseñanza-aprendizaje de los hijos. Para consolidar la formación de conceptos en la comunidad infantil de Nuevo San Juan y acercarse a la construcción de una sociedad sustentable, las actividades deben propiciar la interacción entre padres, hijos y maestros.

CONSIDERACIONES FINALES

La educación sin duda sigue viéndose como un factor de cambio. Sin embargo, para incorporar los principios básicos de la sustentabilidad en la educación rural, la educación debe considerar un planteamiento distinto del que actualmente sigue. La UNESCO se ha dedicado a repensar la educación en términos de durabilidad. Se habla de poner en práctica el

nuevo concepto de educación para un futuro viable. Este nuevo concepto tiene que ver con la articulación y vinculación de los contenidos curriculares, con los planes y programas de desarrollo comunitario.

Si la sociedad sustentable es una nueva filosofía para este milenio, la acción educativa y la acción política no pueden prescindir del conocimiento crítico (Barraza 2002). Es necesario definir una pedagogía sustentable que sea esencialmente transformadora, constructiva y participativa. Esto requiere de métodos de enseñanza- aprendizaje que fomenten una visión crítica y reflexiva en los educadores y educandos. Es indispensable modificar los programas educativos para que acerquen a las comunidades humanas, principalmente a las comunidades marginadas a una mejor calidad de educación. Sólo con la educación lograremos un cambio en nuestros esquemas de pensamiento y en nuestras formas de acción. La nueva propuesta educativa deberá partir del enfoque ecológico y de abordar los principios de la educación del futuro (Barraza 2002).

Con este estudio se ha reforzado que el desarrollo de la afectividad juega un papel fundamental en el desenvolvimiento integral del individuo, particularmente en sus percepciones del entorno. En el caso concreto de la comunidad infantil, la afectividad que se adquiere por el ambiente, permite que el niño no sólo perciba seres vivos y no vivos, sino que tenga la disposición de actuar para y por la naturaleza. En otras palabras, a través de este proceso de afectividad por el ambiente es posible influir en la percepción que los niños tengan sobre el ambiente y ésta a su vez, tendrá un impacto en la formación de actitudes ambientalmente positivas.

Dicha afectividad también debe reforzarse en el plano familiar, es decir, a través de los padres. Las actividades ambientales por tanto, deberían incluir a maestros, padres y alumnos. Tanto maestros como padres podrían trabajar unidos, para así, garantizar una educación basada en valores ambientales (Barraza 1996 y 2001).

La forma en que los niños perciben y responden ante las cuestiones ambientales puede dar las bases para planear programas de educación ambiental que respondan no sólo a su realidad inmediata, sino también, a sus necesidades afectivas, cognoscitivas y participativas dentro de su ambiente y comunidad.

De esta manera, los niños podrán comprender que todos tenemos una responsabilidad ante el ambiente. Para esto es necesario lograr un enfoque holista que contemple y refuerce tanto la parte de información y conocimiento del paisaje natural y de los elementos que componen al ambiente, como la de participación social. Es necesario que se desarro-

llen nuevos métodos de aprendizaje (técnicas de enseñanza para la comprensión y/o educación para la resolución de problemas), que permitan explicar a los niños, por ejemplo, que tanto los elementos bióticos como abióticos son parte integral de la naturaleza, y que ambos son participes en gran medida de los fenómenos y procesos que ocurren en la biosfera (proceso cognoscitivo), así como inculcar de forma constante, un sentido de respeto por la naturaleza (formación de valores) y una actitud de acción en beneficio de la misma.

Por otro lado, también tenemos que señalar, que es importante el diseño o bien adecuación de espacios con áreas verdes, que permitan un mayor contacto de los niños con su entorno natural. Los ambientes externos al aula, específicamente los espacios abiertos y las áreas verdes, significan oportunidades para que los niños puedan hacer cosas que les son imposibles de hacer en el salón de clases. La apariencia de los espacios externos al aula es estéticamente importante para los niños. Estudios sobre estos aspectos demuestran que los niños pueden reaccionar fuertemente a elementos asociados con los estímulos, tales como el color, materiales de los juegos, y áreas específicas de juego y esparcimiento. Por ejemplo, hay niños que reaccionan de manera agresiva a espacios reducidos, oscuros y de concreto a diferencia de comportamientos positivos cuando los niños están en ambientes abiertos, con pasto y de colores brillantes. Las áreas naturales pueden entonces favorecer en el cambio hacia actitudes positivas por el ambiente.

En este estudio se encontró que la formación de conceptos ambientales y la percepción de los niños hacia la naturaleza está fuertemente relacionada al lugar en donde viven (comunidad cultural), a la escuela que asisten y al período evolutivo en el que se encuentran (desarrollo cognoscitivo).

Con respecto al lugar en el que viven es fundamental establecer políticas de cooperación entre las diferentes instituciones del lugar. En este caso se recomienda crear vínculos que apoyen las actividades prácticas educativas entre la escuela, la empresa y la comunidad en general.

En cuanto a la escuela es necesario incorporar en sus planes y programas de estudio el pensamiento sistémico e integrativo de la perspectiva ecológica. Ello favorecerá a que exista una estructura global y a que se promueva un planteamiento dinámico y más humano.

En la medida en que se incorporen prácticas educativas que refuercen las habilidades básicas para el desarrollo científico del educando, se fortalecerá la madurez cognoscitiva y afectiva del individuo ayudándole a adquirir un pensamiento equilibrado.

Los resultados de esta investigación serán de gran utilidad para establecer propuestas metodológicas concretas en el área de la enseñanza de la ciencia en las escuelas rurales. Además de contribuir al desarrollo de la educación ambiental en México, enriqueciendo los currícula y sus contenidos ambientales a nivel de educación primaria. Con la información obtenida en el ámbito del desarrollo de las percepciones, actitudes y conocimientos ambientales se podrá establecer una base que sirva para el diseño y planeación de programas de educación ambiental y de restauración ecológica en comunidades rurales.

CONCLUSIONES

- a) Los niños en general manifiestan una gran tendencia a percibir a la naturaleza con elementos sencillos, específicamente afines con plantas y animales.
- b) La mención de elementos biológicos es mucho más descrita que los elementos físicos del entorno, de hecho, la combinación de ambos solamente se expresa cuando los niños describen paisajes.
- c) La expresión de emociones, sentimientos y pensamientos, es diferente entre niños de la escuela privada y la escuela pública. Esta tendencia parece estar apoyada por la formación de valores religiosos inculcados desde la familia y reforzados en la escuela.
- d) En la escuela pública la afectividad por la naturaleza se ve reflejada en una actitud positiva, específicamente de respeto, mostrando además un conocimiento de ciertas problemáticas ambientales y disposición para actuar ante éstas.
- e) Los niños de 7 a 9 años de edad poseen una perspectiva limitada que refleja un pensamiento concreto y espontáneo, manejado bajo un sentido lógico, lo que explica el hecho de que en gran parte consideran elementos aislados de flora y fauna. Esto está determinado por el desarrollo cognoscitivo de los niños a esta edad.
- f) Los niños entre 10 y 12 años de edad, pese a que aún, perciben elementos aislados del entorno natural, son quienes en mayor proporción suscriben una actitud de respeto hacia la naturaleza, conscientes de que en ella hay que actuar positivamente para no perjudicarla. Manifiestan hasta cierto punto una sensibilidad por el ambiente natural y un sentido de equilibrio y armonía en el mismo y expresan una actitud de valor y respeto.

- g) En cuanto al conocimiento ambiental, se refleja el distanciamiento que existe entre los programas oficiales del curriculum escolar y las actividades de la comunidad. Esto responde, por un lado, al modelo de educación mecanicista que prevalece en nuestra sociedad y por otro, a una falta de apertura en propuestas de enseñanza-aprendizaje innovadoras.
- h) La enseñanza de las ciencias ambientales en las escuelas de Nuevo San Juan padece los mismos problemas que la educación rural en general, referente a la capacitación del maestro, su área de interés, los métodos didácticos que utiliza, los recursos materiales con que se cuenta y la filosofía educativa de la escuela.
- i) El conocimiento ambiental de los niños no corresponde al modelo de desarrollo ambiental que tiene la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro y la transferencia de información ambiental, no está llegando a los niños de forma eficiente.
- j) La educación es sin duda el camino hacia el desarrollo y es indispensable proponer otras alternativas de enseñanza en el campo.
- k) Resulta necesario establecer un vínculo entre el trabajo del aserradero, la comunidad y las escuelas de Nuevo San Juan con el fin de promover una responsabilidad ambiental en toda la población y de esta manera garantizar, que las futuras generaciones continúen el trabajo que por más de 40 años le ha dado un reconocimiento a la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Bakeman, R. y J. M. Gottman 1992. *Observing Interaction: an introduction to sequential analysis*. Cambridge University Press, Gran Bretaña.
- Barraza, L. 2002. Desarrollo sustentable y la educación de adultos. *Decisio*. CREFAL.
- 2001. Perceptions of social and environmental problems by English and Mexican children. *Canadian Journal of Environmental Education* 6:139-157.
- Barraza, L. 2001. Environmental attitudes start at home: Parents and their role in the development of values. *International Journal of Environmental Education and Information* 20: 239-256.
- 1999. Children drawings about the environment. *Journal of Environmental Education Research* 5: 49-66.
- 1998. Conservación y medio ambiente para niños menores de 5 años. *Especies* 7(3):19-23

- 1996. Environmental knowledge and attitudes of English and Mexican school children. Tesis de doctorado. University of Cambridge, Gran Bretaña.
- Barraza, L. y R.A. Walford 2002. Environmental education: A comparison between English and Mexican school children. *Journal of Environmental Education Research* 8(2): 171-186.
- Barron, D. 1995. Gendering environmental education reform: Identifying deconstitutive power of environmental discourses. *Australian Journal of Environmental Education* 11: 107-120.
- Bocco, G., A. Velásquez y A. Torres 2000. Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa en México. *Interciencia* 25(2): 64-70.
- Bonnet, M. y J. Williams 1998. Environmental education and primary children's attitudes towards nature and environment. *Cambridge Journal of Education* 28(2): 159-174.
- Bruner, J.S. 1983. *Child's Talk: Learning to use language*. Oxford University Press. Oxford, Gran Bretaña.
- Caduto, M.J. 1985. *A guide on environmental values education*. UNESCO. París, Francia.
- Carey, S. y Spelke, E. 1994. Domain-specific knowledge and conceptual change. En: Hirschfeld, L.A. y S.A. Gelman (eds.). *Mapping the mind*. Cambridge University Press, Gran Bretaña, pp. 169-200.
- Caride, J. A., M. D. Candedo, P. A. Meira, M. J. Mosquera, A. Requejo, C. Rosales y M. A. Zabalza 1991. *Educación Ambiental: realidades y perspectivas*. Editorial Torculo. España.
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural (CESDER) 1998. *Educación para el medio rural: Una propuesta pedagógica*. Ed. Castillo, Monterrey, N.L.
- CEPAL, UNESCO y PNUD 1987. *Desarrollo y educación en América Latina y el Caribe*. Tomo 1. Editorial Kapelusz, Argentina.
- Delval, J. 1983. *Crecer y pensar. La construcción del conocimiento en la escuela*. Cuadernos de Pedagogía. Piados. México
- Greig, S., G. Pike y D. Selby 1983. *Earthrights: education as if the planet really mattered*. Kogan Page. U. K.
- Keliher, V. 1997. Children's perceptions of nature. *International Research Geographical and Environmental Education* 6 (3): 240-243.
- Kellert, S. T. y E. O. Wilson 1993. *The Biophilia Hypothesis*. Island Press, EE.UU.
- Rickinson, M. 2001. Learners and Learning in environmental education: a critical review of the evidence. *Journal of Environmental Education Research* 3.
- Siegel, S. 1978. *Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta*. Segunda edición, Trillas, México.

- Thomas, J. 1993. The place of Ecology in adult education. En: M. Hale y F. Golley (eds.). *Ecology in Education*. Cambridge University Press, Gran Bretaña, pp 35-44.
- UNESCO 2000. *Education for all 2000 Assessment: Statistical document*. París, Francia.
- Wals, A. 1994. *Pollution stinks!* Academic Book Center, Holanda.
- Warman, A. 1993. La educación rural. En: Aguilar, H., R. Coronel, A. Domingo, E. Ferrer, A. Henestrosa, E. Krause, P. Latapí, E. Poniatowska, C. Ramírez, F. Reyes y A. Warman. 1993. *Diez para los maestros*. SEP, México.

DIECISIETE

La política comunitaria: visiones de un visionario

Nicolás Aguilar

... soy originario de aquí de la comunidad de San Juan Nuevo, aquí nací...

INTRODUCCIÓN

El presente capítulo describe la visión de la política de organización para el uso de los recursos naturales en la CINSJP, en una de sus etapas claves, en cuanto a la consolidación de la empresa forestal. Este aspecto descrito por un comunero oriundo de San Juan, el Sr. Nicolás Aguilar Murillo, y que fue parte importante de la organización y la orientación de la política del principal sustento económico de la comunidad, la explotación de los recursos naturales.

El Sr. Aguilar fue gerente de la empresa forestal durante siete años, entre 1992 y 1999, lapso en que desempeñó un papel importante como dirigente de la comunidad en la toma de decisiones. Durante el periodo en que estuvo al frente de la empresa forestal de la comunidad, ésta recibió la Certificación verde, y le fue aprobado el Plan de Manejo Forestal. También, durante esos años se realizó la colaboración con el grupo de investigación de la UNAM, para generar información básica que diera sustento al plan de manejo. Muchos de los resultados que presenta este libro, son proyectos que surgieron por iniciativas conjuntas, en donde el Sr. Aguilar fue parte fundamental para que se llevaran a cabo y con su

visión ilimitada, ahora son una realidad. De estos trabajos derivaron las iniciativas encaminadas a establecer alternativas de aprovechamiento de los recursos naturales como el ecoturismo, la cría de venados y las experiencias de educación ambiental, entre otras. Muchas otras se quedaron pendientes y esperamos que en un futuro puedan realizarse. Actualmente Nicolás Aguilar es dirigente nacional de la Unión Nacional de Organizaciones de Forestería Comunal (UNOFOC).

METODOLOGÍA

La información que se detalla a continuación se obtuvo a partir de una entrevista realizada por la Dra. Alicia Castillo del Instituto de Ecología de la UNAM, campus Morelia, el día 3 de febrero del año 2000. Para propósitos de destacar las opiniones del Sr. Aguilar en cuanto a la política de uso, manejo y conservación de los recursos naturales, a la par de su opinión acerca de la participación de los investigadores de la UNAM, la información se ordenó por temas y se introducen citas textuales del entrevistado.

LA COMUNIDAD, SUS RECURSOS NATURALES Y LA APTITUD DE SUS TIERRAS

Aquí en San Juan nosotros tenemos una comunidad... la comunidad se compone por su gente y por sus tierras, por lo que tiene ... bosque, fauna y todo.

El mayor logro de la comunidad ha sido la creación de la empresa forestal. El Sr. Aguilar comenta su visión al iniciar la responsabilidad como gerente de esta empresa. Sabíamos de los conflictos internos y externos, la problemática por la que teníamos que luchar. Tratamos no sólo de trabajar por trabajar y generar riqueza y recursos económicos, así como generar empleos. No se trataba únicamente de eso, se trataba de ir mucho más allá del rescate de las propias tierras, la recuperación, cuidado y protección del bosque, de encontrar alternativas diferentes a las que comúnmente se estaban haciendo, como es el de vigilar la jurisdicción que te corresponde, ¿pero cómo la vigilas?, o ¿cómo sabes el concepto de vigilancia?, ¿cómo mantienes tú un área?, no hay necesidad de vigilar un área, sino lugares estratégicos y buscar donde mantener proyectos productivos.

Fue en este sentido dónde quisimos dar nosotros el cambio. Tratando de que a corto plazo pudiéramos reducir costos para la empresa, que fueran menores y que se reinvirtieran, además que el costo fuera más un beneficio; con un proyecto productivo que ayudara al desarrollo de la misma comunidad. Actualmente, tenemos áreas forestales, frutícolas y agropecuarias a las cuales quisimos darles un nuevo enfoque, a las cosas buenas, ¿cómo hacemos para que cada una de ellas produjera?. De antemano el área frutícola ya tenía cierta inercia porque prácticamente se trataba de cultivos de aguacate, los cuales ya cuentan con un mercado y son conocidas las técnicas de este cultivo. En el caso del bosque, ya estaba iniciado su cultivo, pero se desperdiciaba producto, por lo que se pensó en aumentar su valor agregado, se saco la madera enterrada, y se pensó en la resina, que es un producto no maderable bueno, al que nuestra gente ya se dedicaba, cosechaba la resina y la vendía. Nosotros quisimos llegar más allá, se establecieron en la empresa estrategias para destilar la resina y sacar sus productos.

Se pensaba siempre en ese sentido, cómo lograr llegar siempre al punto óptimo, para dar calidad y estar en los mercados más competitivos. Lo logramos, estuvimos allí y pudimos llegar a ser competitivos. Pudimos competir con cualquier industria privada, eso era lo correcto.

Aunque estar al frente de la empresa el Sr. Aguilar, junto con los demás miembros de la comunidad tenían un reto, el cual siempre fue cómo lograr que se cambiara la forma de ver al indígena. Nos ven de repente como aquella persona que vive en la sierra, que se levanta y cuida sus vaquitas y se va y se duerme. Pues bien, logramos cambiar ese concepto, que nos vean más activos y más productivos. Y cuando lo logras, no nada más es vender, sino que debes ponerte en los mejores mercados y sobre todo arriba de ellos. Sin embargo, esta visión no inició con mi gestión en la empresa, la iniciamos desde antes, dando trabajo a nuestra propia gente, los comuneros, sin dejar de contratar o afectar gente de otros lados.

Acerca del uso de la tierra, aunque por tradición en su original asentamiento, la gente tenía cultivos, principalmente el maíz. En las nuevas condiciones no se podía dar mayor impulso a este cultivo, por que no había terrenos con esa aptitud en las áreas volcánicas. Alternativamente, se inició el cultivo de duraznos, siendo Nuevo San Juan uno de los pioneros en esta zona del estado de Michoacán. La búsqueda de alternativas de uso para zonas difíciles, es importante, sobre todo por que las zonas indígenas son muy poco atendidas.

NECESIDADES DE INFORMACIÓN PARA PLANEAR EL USO DE LOS RECURSOS NATURALES

...andaba yo buscando gente que se interesara por hacer algo dentro de la comunidad de San Juan... Siempre fui a la parte más de resultados, más que de experimentos.

Voy a platicar lo que hizo la UNAM y hasta donde llegué con la gerencia de la empresa, de ahí en adelante creo que ya no me corresponde porque quién esté a cargo puede tener un punto de vista diferente, dejemos hasta aquí, donde estuvo la UNAM. Aun cuando han habido otras investigaciones dentro de la comunidad, en realidad se trata de trabajos sobre el aguacate, el durazno, o lo forestal, pero no ha habido otro proyecto más integral.

Nosotros ya habíamos tenido proyectos con investigadores de otro tipo de universidades, incluso algunos proyectos se estaban llevando a cabo en la comunidad, pero los investigadores de esas instituciones venían a hacer experimentos que requerían de dos y hasta cinco años, para dar un resultado, y uno quería entrarle rápido. Me preguntaba ¿si esto ya lo investigaron en algún lado, por qué en San Juan no? Por ejemplo, si tú ya sabes las condiciones de abono y temperatura con que un cultivo funciona, vamos a aplicarlo, lo único que les pedía era que se hiciera rápido, para que en un año o dos se probara que variedad funcionaba de acuerdo con la producción. No lo aceptaron, por qué, imagino que no se vieron con los conocimientos suficientes.

Por esos tiempos fue que llegaron los de la UNAM, ciertamente lo he dicho y lo digo siempre, afortunadamente con ellos nos pudimos entender acerca del proyecto y acordamos que era un inventario general, de todo con lo que contaba la comunidad, tanto florístico como faunístico. Se pudo hacer, entre otras cosas por que se veía en ellos las ganas que traían de trabajar. Se acercaron sabiendo que yo andaba siempre a la búsqueda de este tipo de cosas, y dijeron ¿qué podemos hacer? Yo les hable de la preocupación que la comunidad de San Juan tenía para llegar en su momento no sólo ha aprovechar la parte forestal, sino también la parte estética, o sea, lo turístico.

En este sentido, fue que se apuntaron ellos al proyecto, indicando que para eso se necesitaba hacer un inventario de qué es lo que hay en San Juan, cómo se encuentra, qué tipo de suelos, cómo están compuestos, para poder partir de ahí y ofrecer algo. Fue cierto, tenían razón, yo decía nosotros tenemos un magnífico manantial, tenemos al volcán Parícutín,

una zona de lava, el pueblo cubierto por lava pero esto no era suficiente, necesitamos más información para vender la idea, para eso necesitábamos el proyecto que finalmente se llevó a cabo con ellos. Y de ahí se han hecho muchas cosas. Ahora la comunidad tiene mucha información, sabe con qué tipo de flora cuenta, con qué tipo de fauna y clima cuenta ya tiene más localizado todo, y ahora pueden ir armando su proyecto ecológico y turístico, con base en todo esto.

LA TECNOLOGÍA, LA CAPACITACIÓN Y EL SURGIMIENTO DE NUEVOS PROYECTOS

...Ahora los proyectos son de la comunidad, y podemos echarlos a andar en el momento que queramos, pero ya con base en datos más claros y seguros para poder realizar algo.

A partir del inventario se obtuvo información que la comunidad necesitaba, pero sobre todo la capacitación directa a nuestra propia gente, ahora muchos ya saben lo del sistema de información geográfica, por ejemplo. Esta tecnología es importante para manejar un área, y para nosotros ha servido y se quedó con nosotros. Siguen viniendo, siguen estando con nosotros, más de relación de amistad a veces, o para algunas cosas que quieren ver, por que San Juan ha sido punto de partida para otros proyectos, así fue la relación con la Universidad.

Aunado al proyecto, se logró incentivar a un grupo de personas para estudiar inglés, esto con el propósito de que la comunidad se preparará para tener sus propios guías o intérpretes para el ecoturismo. Otro proyecto que se está impulsando en la comunidad es el de producción de venado cola blanca, este proyecto lo habíamos iniciando nosotros de manera muy sentimental, donde pensábamos en reproducir un venadito o dos. Cuando empezamos a trabajar el proyecto con los investigadores pudimos darnos cuenta que realmente era necesario el rescate del venado cola blanca, porque prácticamente ya estaba en extinción localmente. Iniciamos con ellos el desarrollo de las acciones, un técnico de la UNAM nos ayudó a elaborar folletos y otros medios de información. Así empezamos a tener idea de lo que nosotros llamamos “la gallina de campo”, el conejo, y otras cosas de la comunidad. Ahora los proyectos son de la comunidad y se tienen otros en puertas que podemos echar a andar en el momento que queramos, pero ya con base en datos más claros y seguros para poder realizarlos.

No todo ha estado bien, hay cosas que a veces uno no puede entender y que finalmente las tienes que aceptar así. Siempre quise que esto que se hacía ayudara a cambiar la mentalidad de nuestra gente, yo decía este proyecto o este estudio me gustaría que pudiera hacer más consciente a la gente de lo que tenemos y de lo que podemos hacer con lo que tenemos para poder cuidarlo y protegerlo. Yo insistí muchísimo con ellos pero esa parte no se pudo cumplir, quizás por que no estaba muy clara en el proyecto, yo quería dar informes constantes en las asambleas de parte de los investigadores, con la idea de ir sensibilizando a la gente, en el sentido que había que proteger mucho más de lo que ya protegíamos el bosque pero no la fauna. Éramos aún los principales cazadores de nuestra fauna.

Les decía, “por qué no hacemos algo más fuerte, vayamos a las asambleas y ayúdenme a hacer consciente a la comunidad, hay que decirles: miren señores, hay esto, tienen ustedes esto..., por ejemplo el tipo de coyote es este..., deben cuidarlo por esta y esta razón, tienen este potencial y a futuro pueden sobrevivir de esto”. Claro, mi intención era ir hacia allá.

Pero bueno, el proyecto se encaminaba más a un inventario faunístico y esas cosas, que de concientización a la gente, que es adonde yo quería llegar.

EL TIPO DE INVESTIGACIÓN QUE REQUIERE LA COMUNIDAD

...yo quiero más, más, más,... más que el propio inventario.

El proyecto con la UNAM tendía más a un inventario que a la concientización de la gente, que era a donde yo quería llegar. Yo decía: “yo quiero más, más, más... más que el propio inventario”. No pudimos llevar a cabo esto porque el proyecto estaba ya muy puntualizado, no era su meta. Su meta era llegar a ciertos productos y esto de la concientización sería una segunda etapa, ...“pero a mi me hubiera gustado hacerlo más completo”.

La relación de la UNAM con la comunidad dio beneficios, “definitivo”, pero muchos de sus resultados quedaron, cómo se le puede llamar a un nivel técnico ya que la gente poco los entiende. Y bueno, mientras los técnicos los entiendan está bien, ahora falta que los técnicos los pongan a un nivel más accesibles, pero esta parte es difícil. Es en este aspecto que veo una fuerte desvinculación entre el académico y las cosas que real-

mente necesita la sociedad. Para mi estuvo excelente la parte que se hizo, pero si invierten dinero partiendo siempre de arriba hacia abajo, donde pudiera ser que se llevaran las cosas al mismo tiempo. Sin embargo, de alguna manera la participación de la Universidad ha dejado inquietud en muchísima gente de la comunidad, pero debía concretarse el dar más, no sé, algunos otros talleres que sirvan para concientizar a la gente.

Yo siempre he platicado de investigación como..., lo voy a decir claro, un poco de pérdida de tiempo, y de tiempo en el sentido de qué tenemos toda la mente puesta, cuando alguien habla de investigación, suponemos que cuando van a un lugar a probar situaciones, a investigar qué pasa, o sea, todo, y bueno todas las instituciones viene en esta línea. Dirigen más una línea donde diga yo voy, vamos a..., por hablar ahora de pino, “venimos, según ellos, para ayudar a incrementar la producción y esos rollos”, pero no es cierto, es a nivel de escritorio y generalmente ahí te quedas, ¿no?. Yo lo veo así, para mí es una decepción cuando me hablan de este tipo de investigación.

LA POLÍTICA DE LA COMUNIDAD

Cuando se usa una hoja de papel, nunca se piensa que esa hoja de papel vino de algún lugar, ni de cuántos años implicó el tenerla...Sí, es todo un proceso... esto no está valorado...

La certificación ecológica es importante por que de alguna manera es hacer entender a la sociedad que vive del bosque. Cuántos años vamos a tardar para entender que debemos seguir manteniendo con vida al campo, lo que es el campo en general.

La organización de las comunidades forestales en la UNOFOC tiene como propósito lograr capacidad para que las autoridades conozcan que queremos, por ejemplo, acerca de la legislación forestal. ¿Por qué? actualmente quienes están conscientes son los madereros, que son compradores de la materia prima, ¿pero quien la produce?. Por eso creemos que debemos ser una organización económica y políticamente fuerte.

Lo que caracteriza a los ejidos de la organización (alrededor de 1,000) es que son gente que siempre está con la idea de dar más valor agregado a sus productos. En este sentido, la gente de la UNOFOC promueve la ayuda y el intercambio de experiencias, pues qué caso tiene que tú estés buscando cómo resolver a cada rato algo que nosotros ya resolvimos, o si alguien tiene ventaja en la producción agropecuaria es más fácil acer-

carse y aprender de su experiencia. También con la intención de mejorar y obtener opiniones, conocimiento e información y aportar en lo que este de nuestra parte, continuamente buscamos acercarnos a las llamadas ONG y a otras organizaciones internacionales.

Yo creo que una razón del uso actual de los recursos naturales en San Juan, es que la comunidad nunca se ha desvinculado de la gente mayor, y de sus ideas de respeto al medio. Tan es así que existen consejos comunales, donde mucha gente de la que ahí está es gente mayor, y se sigue aprovechando de lo que ellos conocen.

...En toda la historia de nuestra comunidad la gente mayor ha promovido, si es necesario, te regreses y aprendas de lo que ellos vivieron, la gente joven trae la energía, pero la experiencia la traen los viejos y si la conjuntan se dan mejores resultados. Generalmente, vas a ver a la comunidad con gente grande y gente nueva trabajando, desde el gerente anterior y mientras yo estuve a cargo de la empresa, maneje este sistema, tal vez sigan igual, porque creo que esa parte no la deben dejar. No es una política, pero sí es una regla de nosotros, que no la tenemos escrita pero sabemos que es la manera como vamos a cumplir.

DIECIOCHO

Interacciones entre la investigación científica y el manejo de ecosistemas

Alicia Castillo

INTRODUCCIÓN

Desde sus orígenes, la especie humana ha sobrevivido gracias a los recursos y servicios que le brindan los ecosistemas. Para satisfacer sus necesidades de agua, alimento, abrigo, refugio o remedios para curarse, los grupos humanos han recurrido a la naturaleza. A través de la cacería, la recolección de plantas, frutos y semillas, así como utilizando diversos elementos naturales para construir casas, utensilios y herramientas, los seres humanos sobrevivieron y fueron apropiándose de los diversos ecosistemas que evolucionaron a través de millones de años sobre nuestro planeta. Actualmente, existen pueblos que han desarrollado múltiples culturas en casi todos los rincones de la Tierra.

En la actualidad, los problemas ambientales preocupan por los graves efectos que causan. Deterioran y descomponen los procesos que hacen posible el mantenimiento de la vida sobre la Tierra. Esto tiene efectos sobre las sociedades humanas debido a la dependencia que tenemos de los ecosistemas para sobrevivir. La obtención de alimentos y de otros materiales resultantes a través de las actividades productivas como la agricultura, la ganadería y la explotación forestal, se hace sobre la base de los ecosistemas. La fertilidad de los suelos, la disponibilidad de agua, la presencia de climas favorables, las especies que cultivamos y extraemos, así como los polinizadores que permiten que estas especies se re-

produzcan, son todos recursos y servicios que nos brindan los ecosistemas. Entender cómo funcionan los ecosistemas y decidir cómo aprovecharlos de tal forma que se mantengan sanos en el largo plazo son grandes retos que enfrentan las sociedades actuales. En este sentido, la experiencia del trabajo de colaboración entre la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro y un grupo de investigadores de la Universidad Nacional Autónoma de México, es un ejemplo de la necesidad de formar “comunidades de aprendizaje” (FMCN 2002), a través de las cuales organizaciones de productores e instituciones académicas y otros sectores, trabajen juntos en la construcción de sociedades sustentables. Consecuentemente, el propósito de este capítulo es revisar algunos aspectos del manejo de ecosistemas en comunidades rurales y examinar con base en este contexto, la interacción entre la comunidad de Nuevo San Juan y la UNAM. La idea principal es extraer aprendizajes que puedan ser útiles tanto para las comunidades rurales, como para las instituciones de investigación científica.

EL MANEJO RURAL DE ECOSISTEMAS

El aprovechamiento sustentable de recursos naturales, la conservación ambiental y la restauración de sitios degradados son actividades que contribuyen al manejo de los ecosistemas. La característica esencial de este concepto es realizar estas actividades con base en un entendimiento sobre la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas. La idea fundamental es transformar los esquemas tradicionales de manejo de recursos naturales, en un tipo de manejo en el que se comprenda la integridad de los ecosistemas y se asegure su mantenimiento en el largo plazo. Se trata entonces, de un enfoque en el manejo de la naturaleza que considera la necesidad de proteger los ecosistemas, ya que éstos son las “fuentes” de recursos y servicios útiles para las sociedades. Se propone dejar de considerar a los ecosistemas como meros “proveedores” de bienes y servicios (Grumbine 1994). El entendimiento de los ecosistemas por lo tanto, es de fundamental importancia en la construcción de esta nueva visión del manejo.

El manejo de ecosistemas se postula entonces como el proceso a través del cual se definen tanto las condiciones ecológicas que se requieren mantener para asegurar un ecosistema sano, como las acciones que se requieren para lograrlo (Harwell *et al.* 1999). En este proceso se reconoce que es fundamental entender la relación que tienen los grupos humanos con los ecosistemas y las formas en que las sociedades toman decisiones sobre los

recursos y los servicios que brindan los ecosistemas. Un gran reto es cómo incluir en los análisis sobre la estructura y dinámica de los ecosistemas, la dimensión humana (Endter-Wada *et al.* 1998). En este sentido, uno de los problemas centrales para el manejo de ecosistemas es cómo conciliar la necesidad de mantener los procesos ecosistémicos, considerados la base del funcionamiento de la vida sobre el planeta, con las actividades humanas de extracción de recursos y servicios de los ecosistemas y con las transformaciones cada vez mayores de extensiones de la superficie terrestre convertidas en zonas urbanas y de uso agropecuario.

El concepto de manejo de ecosistemas incluye el proceso social a través del cual se toman decisiones y en este proceso intervienen diversos actores. En gran parte de los países del Tercer Mundo, los productores rurales son los principales “manejadores” de los recursos y servicios que brindan los ecosistemas. A través de las actividades agrícolas, ganaderas, de extracción forestal y de productos no maderables, la caza y la pesca; los campesinos, los trabajadores forestales y los pescadores son los miembros de la sociedad que se relacionan directamente con la naturaleza. Debido a que su supervivencia depende de esta estrecha relación con los ecosistemas, autores como Bawa y Gadgil (1997) los reconocen como “gente del ecosistema” para distinguirlos del resto de la sociedad sobre quienes desempeñamos un papel de consumidores y que constituyen lo que los autores denominan “gente de la biosfera”. Estos pueblos ecosistémicos, quienes han formado parte integral de los ecosistemas por milenios, “socializan” partes de la naturaleza transformando de diversas formas los paisajes y sistemas naturales, y a la vez “naturalizan” a la sociedad al reproducir sus vínculos con la naturaleza. Esta relación recíproca entre las sociedades rurales y la naturaleza, llama a reconceptualizar la visión del mundo rural y a considerarlo en su dimensión “ecosociológica” (Toledo *et al.* 2002).

Es en el mismo medio rural, por lo tanto, donde se toman las decisiones más importantes sobre los ecosistemas. En las regiones llamadas en desarrollo, o del Tercer Mundo, y dentro de las cuales se encuentra México, se localiza el 95% de las personas dedicadas al campo. En contraste, en los países desarrollados o industrializados, existe sólo el 5% del total de la población dedicada a actividades productivas. En nuestro país, son las comunidades rurales las responsables de gran parte de las tierras agrícolas, así como de los bosques y las selvas. Existen alrededor de 30,000 comunidades campesinas que se encargan de más de 100 millones de hectáreas de tierras agrícolas y son alrededor de 7,200 comunidades que

manejan el 70% de los bosques mexicanos (Toledo 1997, Cabarle *et al.* 1997). Es necesario reconocer entonces a los productores rurales como los interlocutores principales cuando se hace referencia al manejo de ecosistemas, a la investigación científica aplicada al medio rural ó cuando se trabaja en educación ambiental comunitaria.

CIENCIA PARA EL MANEJO DE ECOSISTEMAS

Los problemas ecológicos tales como la pérdida de bosques y selvas, la desaparición y extinción de numerosas especies de plantas y animales, el calentamiento de la Tierra como resultado de los cambios producidos a la atmósfera por las sociedades humanas y que amenazan las condiciones futuras en todas las regiones y continentes, preocupan cada vez a más personas. Por el trabajo de muchos científicos, hemos podido conocer estos problemas y analizar sus efectos tanto para la supervivencia de nuestra especie como para el posible mantenimiento del fenómeno de la vida sobre nuestro planeta. Ha sido muy importante la contribución de la ciencia para entender los problemas del funcionamiento de los ecosistemas y para poder dar las alertas necesarias sobre los efectos de problemas globales como el cambio del clima planetario o la destrucción de la capa de ozono que nos protege contra los rayos ultravioleta del sol. No obstante, existen muchos problemas en cuanto al uso local y regional de los recursos y servicios brindados por los ecosistemas a las sociedades y para los cuáles no se tienen las respuestas adecuadas. La ciencia enfrenta entonces un doble reto. Por un lado, continuar estudiando las particularidades de los sistemas naturales y de los organismos que en ellos habitan, y por otro, encontrar formas de utilización de los resultados de investigación para la resolución de problemas relacionados con el adecuado manejo de ecosistemas.

Se calcula que existen cerca de 17,000 ecólogos alrededor del mundo. Una gran mayoría trabajan en universidades e instituciones de países como los Estados Unidos de América y Gran Bretaña (Golley 2001). En México, se calcula que existen alrededor de 400 ecólogos que estudian la diversidad biológica de nuestro país y tratan de entender cómo funcionan los diversos ecosistemas con los que contamos, tales como: los bosques templados, las selvas tropicales, las zonas áridas o desiertos, los humedales y lagunas costeras, los mares y los numerosos cuerpos de agua de nuestro territorio (Toledo y Castillo 1999). Muchos de estos ecólogos están preocupados por el grave deterioro que ha sufrido la naturaleza en la mayoría de los países. Su preocupación principal es cómo lograr que

los conocimientos que ellos generan puedan contribuir a la toma de decisiones encaminada a conservar los ecosistemas al mismo tiempo que se satisfacen las necesidades de las poblaciones humanas, en particular de aquellas en situaciones de marginalidad y pobreza. Una recomendación que se hace frecuentemente para que sea más efectiva la aplicación de los resultados de investigación, es que exista una comunicación continua e interactiva entre los científicos y los manejadores de ecosistemas.

La esencia de la comunicación es compartir significados (Freire 1973) y aunque la capacidad de comunicación es una de las facultades primordiales de la especie humana, el intercambio de conocimientos y la construcción de entendimientos entre los individuos y grupos sociales constituyen uno de los principales retos para la sustentabilidad. En cada situación determinada, las perspectivas de los distintos actores involucrados y sus visiones de los contextos, de los problemas así como de las posibles soluciones son barreras difíciles de superar. No obstante, el intercambio continuo de ideas, conocimientos y experiencias prácticas a través de la interacción cotidiana al llevar a cabo acciones de manejo puede resultar una herramienta útil en la construcción de rumbos alternativos en el manejo de ecosistemas. En este sentido las preguntas centrales del presente estudio fueron ¿cómo se da el proceso de comunicación entre una comunidad indígena involucrada en el manejo de ecosistemas y un grupo de investigadores?, ¿qué beneficios y productos obtuvieron cada uno de estos grupos? y ¿a qué obstáculos y limitantes se enfrentaron en el trabajo de colaboración?

ESTUDIO DE CASO EN NUEVO SAN JUAN: EXAMINANDO LA INTERACCIÓN ENTRE CIENTÍFICOS Y MANEJADORES DE ECOSISTEMAS

Con el interés de examinar la experiencia que tuvo el grupo de investigación de la UNAM en la comunidad de Nuevo San Juan y como una forma de contribuir al entendimiento del papel de la investigación científica en el manejo rural de los ecosistemas, se realizó el presente estudio de caso. Los objetivos que se persiguieron fueron los siguientes:

- . Documentar la experiencia de la interacción entre un grupo de investigación perteneciente a una institución académica y una comunidad indígena bien organizada.
- . Examinar desde las perspectivas de estos dos sectores, la experiencia de trabajo conjunto y en colaboración.

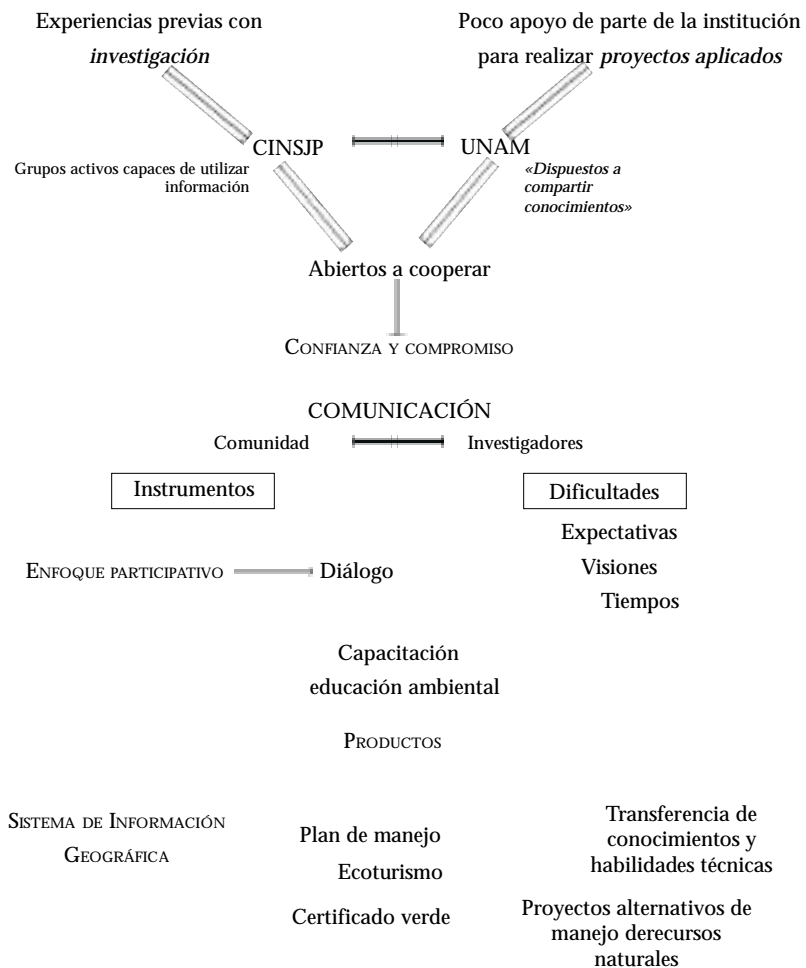
- . Conocer los intereses de cada sector y sus visiones en cuanto al manejo de ecosistemas.
- . Analizar los resultados, beneficios y productos que ambos sectores obtuvieron del trabajo en colaboración.
- . Identificar los problemas, dificultades y obstáculos que cada sector enfrentó durante la interacción de trabajo.
- . Rescatar las enseñanzas que obtuvo cada sector de la experiencia con el fin de compartir éstas con públicos más amplios.

El estudio se hizo utilizando un enfoque de investigación cualitativo debido a que la intención era conocer y analizar la experiencia social desde las perspectivas de los actores involucrados en ésta (Denzin y Lincoln 2000). Una de las principales herramientas de investigación que utiliza esta metodología, son las entrevistas en profundidad. Estas se conducen como conversaciones entre dos ó más seres humanos dirigidas hacia la comprensión, por el que entrevista, de las perspectivas que tienen los entrevistados sobre sus vidas, sus experiencias y sus ideas, tal como las expresan en sus propias palabras (Taylor y Bogdan 1987).

Para este estudio se entrevistó a cinco miembros del grupo de investigación de la UNAM: los tres investigadores responsables y dos estudiantes. Asimismo, se entrevistó al investigador que inicialmente sirvió de enlace en el establecimiento de los proyectos de colaboración. Por otro lado, se entrevistó a nueve miembros de la empresa forestal de la comunidad y al grupo de trabajadores de la empresa involucrado en un proyecto de ecoturismo. Se entrevistó inicialmente a la persona que fungía como gerente general de la empresa forestal cuando se inició la colaboración entre la comunidad y la UNAM; a los responsables de las direcciones forestal y agropecuaria y al responsable de capacitación, así como a técnicos que trabajaron directamente con el grupo de investigación. Los temas tratados en todas las entrevistas se relacionaron con la historia de la relación entre la comunidad y la UNAM considerando el cuándo, el cómo y el porqué se estableció la colaboración; sobre la interacción en sí, considerando los beneficios obtenidos por cada sector, así como los problemas y obstáculos enfrentados por ambos. Todas las entrevistas se grabaron, se transcribieron en su totalidad y se importaron al programa de cómputo para análisis cualitativo "Atlas. ti". Este análisis consistió en revisar con detalle cada entrevista y seleccionar y etiquetar con categorías, los temas e ideas que permitieran construir respuestas a las preguntas de investigación y los objetivos planteados desde las perspectivas de los entrevistados.

Para los fines de este capítulo, se integró en una sola narrativa las perspectivas de los dos grupos haciendo comparaciones entre éstas en relación con los diferentes temas abordados. En la figura 1 se presenta un diagrama construido con las principales categorías y en el que se representan las ideas y perspectivas de los actores sobre la interacción.

FIGURA 1. DIAGRAMA REPRESENTANDO LOS TEMAS PRINCIPALES SURGIDOS DEL ESTUDIO DE CASO



Los resultados muestran que establecer la colaboración entre una comunidad rural y un grupo de investigación no es fácil. La comunidad expresó que habían tenido algunas experiencias previas con otras instituciones de investigación y que éstas no habían sido del todo favorables. Se mencionó, por ejemplo, que la experiencia con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) había consistido en que llegaban investigadores a la comunidad con sus proyectos, los llevaban a cabo y al final se retiraban y no dejaban resultados ni formas de dar seguimiento a los proyectos iniciados por ellos. Un problema que se percibe de las instituciones es que éstas llegan con las ideas ya establecidas de qué investigar y en ocasiones los proyectos se relacionan muy poco con las necesidades de la gente. Como comentó un técnico de la comunidad “todos los investigadores vienen como encajonados, como etiquetados de cierta manera de trabajar y es muy difícil que algún investigador realmente sienta la necesidad que se tiene en una comunidad o ejido”. Para la comunidad, entonces, los proyectos de investigación deben responder a las necesidades de la gente. Deben hacerse rápido y brindar resultados que la gente de una comunidad pueda utilizar. Los temas y preguntas a investigar entonces, deben darse por la misma gente y que los investigadores trabajen sobre ello. Asociado a esta visión sobre la ciencia, se reconoce en la comunidad una característica muy importante para establecer relaciones de trabajo con las instituciones de investigación. Esto es lo que algunos investigadores como Niels Röling (1990) denominan “grupos activos capaces de utilizar información”. Esta noción se refiere a que grupos sociales como campesinos, trabajadores forestales o pesqueros, tengan la capacidad de demandar información de las instituciones para resolver sus problemas. No es fácil que una comunidad indígena o campesina pueda hacer esto, pero en el caso de la comunidad de Nuevo San Juan es clara su capacidad de solicitar asesoría de agentes externos como pueden ser investigadores. Esta capacidad se debe principalmente a que en esta comunidad se ha dado énfasis en la formación profesional de los trabajadores agrícolas y forestales y esto les permite establecer relaciones de trabajo más fácilmente con otros profesionistas como pueden ser los investigadores.

Por otro lado, los investigadores de la UNAM reconocieron esta capacidad de la comunidad de Nuevo San Juan, así como su alto nivel de organización, su profesionalismo en el manejo de ecosistemas, y aceptaron entonces participar en proyectos de colaboración con ellos. Un aspecto que interesaba inicialmente a los investigadores fue el conoci-

miento tradicional indígena de la comunidad en relación con los sistemas naturales de la zona y sobre las prácticas agrícolas tradicionales y de uso de recursos naturales. De acuerdo con su perspectiva, el conocimiento tradicional en la comunidad sólo se conserva en los ancianos, principalmente los involucrados en el trabajo agrícola, y no existe un mayor interés por los dirigentes de la empresa en su conservación y valoración. Según uno de los investigadores existe una “falta de comunicación entre lo que es la empresa y esta porción de los productores”, que lleva a la pérdida no sólo de conocimientos relevantes sino también de la identidad indígena. Cabe resaltar, que de acuerdo con un miembro de la empresa, se está trabajando en recuperar la lengua purépecha en la comunidad como parte de los esfuerzos por rescatar aspectos de la cultura indígena.

Un aspecto que ambos grupos resaltaron como esencial para el trabajo de colaboración, fue el establecimiento de confianza y compromiso mutuos y en el que ambos estuvieron “abiertos a cooperar”. Para los dos grupos, fue necesario realizar acuerdos sobre lo que se iba a realizar desde un inicio. Según los entrevistados de la comunidad se platicó desde antes con las autoridades, se platicó en el consejo de ancianos, que es una de las instancias de decisión de la comunidad, y se explicó cuál iba a ser el trabajo. “Primero los mismos investigadores le piden a la comunidad qué es lo que quieren que se haga, o sea no llegaron con la decisión de decir: vamos a hacer esto, sino más bien buscando cómo el trabajo de la comunidad se podía enriquecer con la experiencia y los conocimientos que tiene la UNAM”. Y en palabras de otros miembros “hubo ese entendimiento y el poder de buscar qué es lo que les puede servir a ellos y a nosotros”. Otros comentarios fueron “en lo que se refiere al personal de la UNAM, creo que son personas que no tienen egoísmo en compartir las experiencias, los conocimientos, y esto es lo importante” ...es muy importante porque a ellos no les interesaba que fuera domingo, sábado o día festivo sino el hecho de estar en el monte”. Esta cuestión de los investigadores de hacer estancias de trabajo largas en la comunidad fue una de las razones por las cuales la comunidad se convenció de que les interesaba trabajar ahí y a través de lo cual los investigadores se ganaron el respeto de la gente.

Un enfoque que apoyó la construcción de formas de trabajo en colaboración fue la investigación participativa (Park 1989). Para su trabajo, los investigadores utilizaron este concepto que se refiere a la necesaria participación de las comunidades rurales en los estudios y proyectos que

se realizan sobre ellos y que afectan sus vidas (Reyes 1997). En el caso de Nuevo San Juan, las decisiones sobre lo que se investigó, así como sobre las rutas que debían seguir los proyectos se hicieron de común acuerdo entre el grupo de investigación y la comunidad. La toma de datos se hizo bajo la guía de los investigadores y con la participación de diferentes miembros de la comunidad dependiendo de los temas específicos. A través de esta cooperación, así como por la organización de talleres y sesiones de capacitación, los miembros participantes aprendieron los métodos y técnicas de investigación utilizadas por los investigadores. Cabe resaltar que estas formas de trabajar requieren de la comunicación continua entre los equipos de trabajo y que para lograr entendimiento y aprendizaje entre ambos grupos, toma tiempo. No obstante, los resultados fueron favorables para cada participante y según los implicados hubo ganancias claras. Para la UNAM fue “cubrir una de las funciones como institución que era la investigación, y la otra generar conocimiento aplicado y aprovecharlo, en ese sentido es valiosa la experiencia”. Para la comunidad y de acuerdo con uno de los técnicos “Yo creo que el producto principal fue la transferencia de tecnología y la capacitación de la gente. Y ya de nosotros depende lo que queremos utilizar”.

Los trabajos en los que colaboró el grupo de la UNAM fueron los inventarios de flora y fauna; la instalación y capacitación de personal de la comunidad en un Sistema de Información Geográfica; participación en la elaboración del plan de manejo forestal de la comunidad para diez años; el diseño e implementación de proyectos alternativos de uso del bosque como fue un criadero de venados y un proyecto de ecoturismo; así como la obtención del “certificado verde” que avala que los productos de la explotación forestal realizada por la comunidad se hacen de manera sustentable, es decir conservando los ecosistemas. La idea de la conservación ambiental forma parte de los enfoques de manejo utilizados por la comunidad. Como lo expresó un miembro, “si estamos haciendo aprovechamiento, estamos haciendo también la protección al ambiente, o sea, como parte de esto, nada más necesitamos darle el nombre, porque la mayoría de la gente que trabaja en el aprovechamiento es de la comunidad, entonces ellos dicen el bosque nos va a dar tanto como nosotros queramos y si hacemos protección nos va a durar más, y si no lo hacemos, nos lo vamos a acabar nosotros mismos; alterar el medio ambiente sería alterar a nosotros mismos ya que es parte de la vida de la gente, atentar contra esto es atentar contra nosotros mismos”. “Además, nosotros somos de la idea que una gente de la comunidad no va a hacer

un mal uso de los recursos porque no nos vamos a ir de aquí, aquí vamos a seguir estando, y cualquier cosa que hagamos, o nuestros hijos o nuestros hermanos o nuestros padres son los que la van a pagar”.

No obstante, este reconocimiento a la importancia de la conservación de los recursos de los que dependen, la comunidad aceptó que el grupo de la UNAM les ayudará a tener una concepción más amplia sobre los ecosistemas. A través de trabajar en estrecha colaboración con ellos, y de las pláticas brindadas por diferentes expertos en talleres de capacitación, el grupo de investigadores logró transmitir una visión más integral y compleja de los ecosistemas en términos de la interrelación entre los componentes vivos y no vivos. Con esto, los investigadores lograron tanto transmitir esta importancia de conservación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas en el largo plazo, así como entender la perspectiva de la comunidad con respecto a la conservación ambiental y el significado que para la gente tiene “el monte”. Este intercambio de saberes se puede identificar como parte de la estrategia de educación ambiental utilizada en el proyecto. Aunque en un principio se pensó en el desarrollo de programas específicos de educación ambiental para la comunidad y algunos talleres se llevaron a cabo en este tema, fue a través del diálogo continuo (como parte del manejo participativo), que se dio este aprendizaje mutuo. Esto refuerza la importancia de formar “comunidades de aprendizaje” como el aprendizaje intra e interinstitucional que se logra a través del intercambio de información, experiencias y conocimientos y que se reconoce como esencial en el último programa lanzado por el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN 2002).

Pero no todo fue fácil en la colaboración entre la comunidad y el grupo de investigación. También existieron diferencias y dificultades. Por ejemplo, en relación con la educación ambiental, el antiguo gerente de la empresa expresó que la comunidad esperaba más de la participación de la UNAM en este sentido. Según sus palabras, el proyecto “dio beneficios, nada más que a un nivel muy técnico. Y bueno, está bien mientras los técnicos lo entiendan y ahora falta que los técnicos se avienten a soltar esto más abajo”. “Yo siempre quise que todo esto que se hacía se llevara más a cambiar la mentalidad de nuestra gente. O sea, yo decía: bueno, este proyecto que se está haciendo, a mi me gustaría que pudiéramos hacer mas consciente a la gente de lo que tenemos y de lo que podemos hacer para poderlo cuidar o proteger”. Yo insistía muchísimo con ellos, esa parte no se pudo cumplir, quizás no estaba considerada muy

claramente dentro del proyecto, por eso no se cumplió así, pero bueno, el proyecto marcaba un inventario faunístico y esas cosas, más que de concientización a la gente, que era a donde yo quería llegar”.

Otras observaciones planteadas por la comunidad fueron el lograr el entendimiento sobre los trabajos que se iban a hacer, tomó tiempo y que en ocasiones, la gente opinaba que no entendían bien para qué estaban en la comunidad los de la UNAM. Según la información de los entrevistados, hubo también quiénes dentro de la empresa cuestionaron el trabajo de la UNAM, argumentando que no entendían que era lo diferente que ellos hacían si la comunidad ya contaba con sus propios recursos técnicos. Por otro lado, el equipo de la UNAM también se refirió a problemas de comunicación con la comunidad. Un aspecto importante fue que con frecuencia, se cuestionaba desde el punto de vista forestal lo que estaban haciendo, se confrontaban las perspectivas del manejo desde el punto de vista del ingeniero forestal con las visiones de los biólogos.

Por otro lado, el grupo de investigación también expresó su sentir con respecto a algunos problemas enfrentados. Dijeron, por ejemplo, que en ocasiones, la comunidad no daba el crédito suficiente a su participación tanto en la obtención de recursos para llevar a cabo los trabajos, como en los conocimientos y la experiencia que ellos estaban invirtiendo en éstos. Para los investigadores, algunos miembros de la comunidad se quejaron de no estar viendo resultados rápidos y aplicables que pudieran incrementar por ejemplo, la productividad agrícola que son las cuestiones de más interés para la comunidad. Debe reconocerse, sin embargo, que estas diferencias son parte de los procesos de comunicación y que se logran superar con el dialogo constructivo y continuo entre los participantes. En el caso de esta experiencia, esto se superó y a la fecha sigue existiendo una buena relación de trabajo y de amistad entre ambos equipos.

Un último aspecto que es importante señalar referente también a los obstáculos y dificultades enfrentados por el grupo de investigación fueron sus propias instituciones. Según ellos, el trabajar con una comunidad rural les “quitó meritos académicos” ya que en las instituciones académicas no se entiende el significado de trabajar en comunidades rurales y no se valora en su adecuada dimensión el desarrollo de una investigación aplicada dirigida a resolver problemas específicos con actores concretos. Por otro lado, excepto un apoyo económico de un proyecto ganado en una convocatoria de apoyo a la investigación, los investigadores argumentaron que no recibieron el apoyo que hubieran deseado de la misma UNAM. Otro aspecto que señalaron se refiere a los productos que se

obtienen en proyectos como el llevado a cabo en Nuevo San Juan. Como lo explicó una de las personas de investigación aplicada, hay dos tipos de productos: los artículos científicos que podamos sacar y el mejor producto es lo que es San Juan, o sea, uno va al campo y ahí están, tienen certificación verde, tienen un plan de manejo forestal automatizado, tienen inventarios reales, actualizados, y tienen la posibilidad de que la gente misma lo haga, está capacitada. Eso para mí son productos que tradicionalmente no se incorporan en los sistemas de evaluación académica, pero que ahí están, y bueno, si a mí evaluador lo llevo a San Juan, tal vez lo entendería ¿no?, no sé si se dé el caso, pero así es. De acuerdo con los investigadores, esta falta de reconocimiento de las instituciones académicas a productos resultantes en proyectos de investigación aplicada, es uno de los principales obstáculos para trabajar en la resolución de problemas directamente con las comunidades rurales. En este sentido, la experiencia examinada en este estudio permite documentar estos problemas, así como los logros obtenidos y que pueden servir para el desarrollo de experiencias similares en otros sitios.

ENSEÑANZAS PARA LA CINSJP Y OTRAS COMUNIDADES RURALES

Además de poder responder a las necesidades inmediatas de la gente de las comunidades, la ciencia nos brinda explicaciones valiosas que no sólo sirven para tomar decisiones adecuadas e informadas y que cuidan tanto las condiciones de los ecosistemas como la calidad de vida de las comunidades. La ciencia también es importante porque nos permite entender el mundo a nuestro alrededor. Nos puede dar explicaciones sobre cómo funcionan nuestros cuerpos y las células que lo conforman, así como sobre los ecosistemas de los que dependemos y hasta explicaciones sobre el Universo más allá de nuestro planeta. Además de que las instituciones deben ser capaces de difundir a la sociedad en su conjunto (a comunidades rurales y urbanas) los conocimientos que generan sobre muchos temas de interés, las comunidades rurales deben estar abiertas a las aportaciones de la actividad científica. Una de las ideas que más se registraron durante el presente estudio, fue que para la comunidad de Nuevo San Juan, la única utilidad de la ciencia debe ser resolver problemas de la sociedad, en particular de las comunidades rurales. Aunque es claro que las instituciones deben asumir su responsabilidad con la sociedad, un objetivo central de la ciencia es brindar explicaciones sobre muchos fe-

nómenos. Estas explicaciones son importantes por sus aportaciones para el desarrollo tecnológico y la resolución de problemas, pero también poseen un valor cultural que no debe menospreciarse. La ciencia nos ayuda a entender nuestra presencia como especie y como sociedades en el Universo, y conocer más acerca de ella encierra un gran valor cultural. Las comunidades rurales deben apreciar esto y acercarse también al conocimiento científico. En el estudio de caso realizado, las percepciones de la comunidad sobre la ciencia son “muy utilitarias”, es decir, se ve a la actividad sólo en sus aportaciones a la solución de problemas prácticos. Abrirse a un mayor entendimiento sobre las explicaciones científicas puede ampliar la cultura de las comunidades rurales sin que esto desmerite el valor de sus propios conocimientos tradicionales. En este sentido, además, el estudio de caso también reveló la importancia de rescatar y valorar los conocimientos presentes en los campesinos de mayor edad no sólo como parte de mantener la identidad indígena, sino también porque este conocimiento tiene importancia para la construcción de posibles alternativas de manejo sustentable de ecosistemas.

Otra enseñanza que surge de la experiencia de la comunidad de Nuevo San Juan, es la importancia de fortalecer a través de la capacitación y la formación profesional a los miembros de una comunidad. Desde la reubicación de la comunidad después de la erupción del volcán, en Nuevo San Juan se dio y se continúa dando, un proceso de entrenamiento y profesionalización de los miembros responsables del manejo de los ecosistemas de la comunidad. En la actualidad y particularmente al interior de la empresa forestal, muchos miembros del personal tienen estudios técnicos y profesionales. Esta estrategia le ha permitido a la comunidad retomar el control de los procesos que los afectan (Toledo 1997), primordialmente los relacionados con el manejo de sus recursos naturales, y que tienen implicaciones económicas y que resultan en el éxito de la comunidad en los mercados nacional e internacional. Esta profesionalización y la capacidad de emprender proyectos en beneficio de la comunidad, es lo que les permite también actuar como “grupos activos capaces de utilizar información”. Es importante que las comunidades “aprendan” a desempeñarse activamente como buscadores de información y que puedan demandar información de las instituciones públicas (que en su carácter “público” se incluye el brindar acceso a la sociedad al conocimiento que en ellas se genera). Esta capacidad de buscar y demandar información por las comunidades rurales requiere de habilidades especiales ya que es necesario tener idea de cómo acercarse a una institución,

cómo solicitar asesoría y cómo proponer formas para que las instituciones los puedan apoyar (a través de la organización de cursos y talleres de capacitación ó diseñando proyectos de colaboración específicos). Estas habilidades se pueden adquirir a través de compartir experiencias con comunidades rurales y organizaciones de productores en las que se haya trabajado con instituciones académicas. En este sentido, la comunidad de Nuevo San Juan puede apoyar estas iniciativas ya que puede considerarse una organización líder en estas cuestiones.

ENSEÑANZAS PARA LA CIENCIA

Las instituciones de investigación científica, particularmente las de investigación ecológica, deben abrir mayores accesos para que sectores de la sociedad puedan conocer y utilizar los conocimientos que en ellas se generan. Es, además, una responsabilidad de las instituciones públicas tales como las universidades, ser capaces de responder a solicitudes de información y demandas de apoyo de diversos sectores sociales. Para el caso del manejo de ecosistemas, se reconoce como esencial establecer y fortalecer vínculos entre institutos de investigación y organizaciones de productores rurales. Como se mencionó al inicio de este trabajo, son estos productores los principales “manejadores” de los recursos y servicios brindados por los ecosistemas. Sus decisiones y las formas cómo aprovechen éstos, determinará en gran medida su conservación en el largo plazo. Se recomienda, consecuentemente, que las instituciones sean capaces de acercarse a las comunidades rurales y puedan escuchar primeramente cómo perciben las comunidades los problemas, tratar de entender qué necesitan, conocer qué les preocupa y entonces analizar las posibilidades de trabajar con ellas. En este sentido, la utilización de enfoques participativos es muy útil como herramienta para conocer estas percepciones y elaborar diagnósticos desde el punto de vista de la propia gente.

Una forma cómo las instituciones pueden participar más activamente y colaborar con sectores tales como las organizaciones de productores rurales, es a través de grupos especializados dedicados a tareas de comunicación. Estos equipos llevarían a cabo actividades que podrían considerarse como de educación ambiental debido a que estarían contribuyendo tanto a la formación de una cultura ambiental, como al mejor aprovechamiento de los ecosistemas. Cabe señalar que la educación ambiental como un campo de acción que acerca disciplinas y saberes, resulta el marco conceptual idóneo para el desarrollo de esta alternativa de

trabajo debido a que contribuye a la construcción de alternativas integradoras del conocimiento (Castillo 1999). Estos equipos de comunicadores científicos o educadores ambientales, deben ser capaces de entender tanto el lenguaje de la ciencia como sus métodos de trabajo, para lo cual es conveniente que los miembros de un grupo, aunque no todos, posean una formación científica sólida. Los equipos deben, además, tener preparación, ya sea formal o adquirida a través de la experiencia, en aspectos relacionados con comunicación y educación. La principal función de los equipos es entonces servir de vínculo entre la ciencia (sus instituciones, sus actores y sus productos) y los diversos sectores sociales involucrados en el manejo de ecosistemas.

CONSIDERACIONES FINALES

La enseñanza principal que podemos obtener del análisis de esta experiencia de colaboración entre la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro y la Universidad Nacional Autónoma de México, es demostrar la importancia del trabajo colectivo en beneficio de la conservación ambiental a la vez que se trabaja en el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades rurales. Los problemas ambientales son un reflejo de las relaciones no armónicas entre las sociedades humanas y los ecosistemas. Por lo tanto, es necesario entender que los problemas ecológicos y los problemas sociales se entrelazan en un mismo tipo de problemas y que para su solución se requieren de conocimientos sobre las características y funcionamiento de los ecosistemas, así como de las formas en que los grupos sociales (principalmente las organizaciones de productores), los están manejando. Sólo a través del trabajo coordinado y en colaboración entre distintas organizaciones e instituciones y con un ánimo de aprender unos de los otros y de construir colectivamente las soluciones, tendremos la oportunidad de avanzar hacia un desarrollo sustentable que a la vez que trabaje por el incremento de la calidad de vida de las comunidades rurales, permita el mantenimiento de la vida sobre la Tierra.

BIBLIOGRAFÍA

- Bawa, K.S. y M. Gadgil 1997. Ecosystem services in subsistence economies and conservation of biodiversity. En: Daily, G.C. *Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems*. Island Press, Washington D.C. EE.UU., pp. 295-310.

- Cabarle, B., F. Chapela y S. Madrid 1997. Introducción: el manejo forestal comunitario y la certificación. En Merino, L. (ed.). *El manejo forestal comunitario en México y sus perspectivas de sustentabilidad*. UNAM, SEMARNAP, Consejo Mexicano para la Silvicultura Sostenible y World Resources Institute, Cuernavaca, Morelos, México: pp. 17- 33.
- Castillo, A. 1999 La educación ambiental y las instituciones de investigación ecológica: hacia una ciencia con responsabilidad social. *Tópicos en Educación Ambiental* 1: pp. 35-46.
- Denzin, N.K. y Y. S. Lincoln (eds.) 2000. *Handbook of qualitative research*. Segunda edición. Sage Publications, Thousand Oaks, California, EE.UU.
- Endter-Wada J., D. Blahna, R. Krannich y M. Brunson 1998. A framework for understanding social science contributions to ecosystem management. *Ecological Applications* 8: pp 891-904.
- FMCN (Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza) 2002. *Historias de conservación 1994-2002*. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México, D.F.
- Freire, P. 1973. *¿Extensión o comunicación? La concientización en el medio rural*. Siglo XXI Editores, México, D.F.
- Golley, F.B. 2001. Conversaciones con Ramón: big questions for the millenium. *Scientia Marina* 65: 73-84.
- Grumbine, R.E. 1994. What is ecosystem management? *Conservation Biology* 8: 27-38.
- Harwell, M. A., V. Myers, T. Young, A. Bartuska, N. Gassman, J.H. Gentile, Ch. C.Harwell, S. Appelbaum, J. Barko, B. Causey, Ch. Johnson, A. McLean, R. Smola, P. Templet y S. Tosino 1999. A framework for an ecosystem integrity report card. *BioScience* 49: 543-556.
- Park, P. 1989. Qué es la investigación-acción participativa: perspectivas teóricas y metodológicas. En: M.C. Salazar (ed.). *La investigación-acción participativa. Inicios y desarrollos*. Editorial Popular, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Quinto Centenario, Madrid, España, pp. 136-174.
- Reyes, J. 1997 Los límites a la participación campesina en el desarrollo rural. En: CESE (Centro de Estudios Sociales y Ecológicos A.C.) *Contribuciones educativas para sociedades sustentables*. CESE, Pátzcuaro pp. 115-130
- Röling, N. 1990. *Extension science. Information systems in agricultural development*. Cambridge University Press, Cambridge UK.
- Taylor, S. J. y R. Bogdan 1987. *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Paidós, Barcelona, España.

- Toledo, V. M. 1997. Sustainable development at the village community level: a Third World perspective. En: F. Smith (editor). *Environmental sustainability: practical global application*. St Lucie Press, Boca Raton, EE.UU., pp. 233-250.
- Toledo, V.M. y A. Castillo 1999. La ecología en Latinoamérica: siete tesis para una ciencia pertinente en una región en crisis. *InterCiencia* 24: pp. 157-168.
- Toledo, V. M., P. Alarcón-Chaires y L. Barón 2002 Revisualizar lo rural: un enfoque socioecológico. *Gaceta Ecológica* INE 62: pp 7-20.

IV. Plan de manejo integral de los recursos naturales

DIECINUEVE

El sistema de información geográfica de la comunidad: capacitación y entrenamiento para el monitoreo

Fernando Rosete y Gerardo Bocco

INTRODUCCIÓN

El manejo de recursos naturales dentro del contexto del desarrollo rural sustentable en países en vías de desarrollo se ha convertido en un paradigma, especialmente para las comunidades rurales e indígenas, en las cuales una importante proporción de la población vive y maneja los bosques, suelos y aguas (Bocco *et al.* 2001).

En México, las comunidades indígenas y ejidos tienen control sobre más de la mitad de la cubierta y la actividad forestal del país (Toledo y Ordoñez 1993, Thoms y Betters 1998, Álvarez-Icaza 1996). El manejo sustentable de esos recursos naturales es crucial por los servicios ambientales que provee en términos de agua, regulación climática, recreación y conservación de la diversidad biológica. Además, muchas áreas en ladera que reciben intensa lluvia pueden presentar una acelerada degradación después de ser desforestadas o dejadas al abandono productivo de la tierra (Bocco 1991).

Como parte de la necesidad de fortalecer las capacidades locales en el manejo sustentable de los recursos naturales, la transferencia de tecnología juega una parte muy importante durante ese proceso. En este sentido, la capacitación es una de las mejores vías por las que se logra la transferencia de nuevas tecnologías, ya que implica una interacción directa entre el objeto de estudio y el sujeto capacitado, aplicando su utilización en

un caso concreto de su realidad cotidiana. La promoción de un manejo sustentable de los recursos naturales y del fortalecimiento de las capacidades técnicas y de organización a nivel local tienen también como propósito la disminución de la migración y mantener a la gente arraigada en su comunidad.

El caso de Nuevo San Juan es también el caso de muchas comunidades indígenas forestales que han comenzado a tener en sus manos el futuro de sus recursos naturales, ya que a partir de 1988 se le otorgaron a esta comunidad los derechos de administrar sus propios servicios técnicos forestales (Álvarez-Icaza 1993). Siguiendo una petición del equipo técnico de la comunidad de Nuevo San Juan, el componente del Sistema de Información Geográfica (SIG) dentro del proyecto global de manejo sustentable de la comunidad se incorpora en 1995 con inventarios de recursos naturales, fotointerpretación de aerofotografías y mapeo. En 1996 se comienza con la capacitación en evaluación automatizada de recursos, incluyendo el diseño de la base de datos y la adquisición del sistema.

En este capítulo se describen los resultados de la capacitación en el manejo de los Sistemas de Información Geográfica, con la finalidad de contribuir a la toma de decisiones orientada hacia un manejo forestal apropiado y a la diversificación productiva en la comunidad indígena, centrándose en el procedimiento seguido durante la capacitación técnica.

MÉTODOS

El propósito principal es el refinamiento y automatización del plan de manejo forestal, estudio requerido por ley para la autorización del uso forestal de los bosques en general, y que es revisado cada diez años. Por esto, es entonces que nos concentramos en que el esfuerzo de la capacitación se enfocara en el desarrollo y actualización del SIG como un soporte para el plan de manejo forestal.

El programa del SIG que fue desarrollado en la comunidad incluyó tres objetivos principales: el diseño del sistema, la capacitación de técnicos miembros de la comunidad y el desarrollo de bases de datos espaciales sobre recursos naturales. En los tres objetivos señalados participaron miembros de la comunidad junto con el equipo técnico, en algunos casos como estudiantes para aprender los componentes, técnicas y elementos relacionados con el SIG y la base de datos del SIG, y en otros casos como tomadores de decisiones, colaborando en el proceso de toma de decisiones con el departamento técnico (Bocco *ibid.*).

Se capacitaron cuatro personas, dos agrónomos con una condición líder en el departamento técnico de la comunidad, y dos técnicos, uno con educación media superior como operador del sistema y el otro con un bagaje razonable de conocimientos de computación como manejador del sistema. Además, se corrieron varios ejercicios prácticos para todos los técnicos con el fin de describir el proceso de automatización y de obtener una entrada de datos del conocimiento local. Esto juega un papel clave, por que nosotros pudimos ajustar la alta tecnología con las necesidades reales en una forma apropiada. El tiempo total empleado en la capacitación fue de 365 horas durante un periodo de seis meses.

CAPACITACIÓN

La capacitación se inició con un curso introductorio al SIG de 40 horas durante una semana. El tiempo empleado fue dividido equitativamente para cubrir aspectos conceptuales y prácticos. La carga teórica se centro en los siguientes tópicos: datos geográficos, entrada de datos, manejo de base de datos, análisis de datos, presentación de datos y calidad de datos.

Se enfatizó en la necesidad de moverse de datos a información y de ahí directamente a los procedimientos de toma de decisiones (Aronoff 1989). Cada tópico se implementó en la práctica utilizando un enfoque de "manos a la obra" desarrollando ejercicios con datos geográficos de la comunidad. Se utilizaron notas de lecturas y se incluyeron traducciones al español de los menús del programa, que se encuentran originalmente en inglés.

Esta parte de la capacitación se enfocó hacia los agrónomos de la comunidad, ya que ellos se interesan en la continuidad del proyecto de SIG y dirigen la adquisición e instalación del proceso general del sistema. Sin embargo, el curso fue ofrecido al grupo completo y los ejercicios prácticos fueron estrictamente desarrollados y supervisados (Bocco *ibid.*).

En una segunda fase, posterior a la adquisición de los datos, la capacitación se centro en el entrenamiento exclusivamente práctico dirigido a los operadores técnicos del sistema. El procedimiento de entrenamiento consistió en aproximadamente 320 horas/hombre durante un período de seis meses. Se supervisó directamente la operación del sistema al menos una vez por semana, además de contactos telefónicos para casos urgentes. El ejercicio consistió en la creación de la base de datos y su manejo, utilizando los datos actualizados existentes para el plan de manejo de los recursos de la comunidad (Bocco *ibid.*).

DATOS ESPACIALES SOBRE RECURSOS NATURALES

Anteriormente, la comunidad realizaba los estudios para definir el programa de manejo forestal según el enfoque tradicional adoptado a nivel nacional, en donde se considera a los productos maderables como uno de los beneficios directos más importantes. Esto conlleva la exclusión de otros bienes y servicios ambientales que el bosque aporta (Fregoso *et al.* 2001). Ejemplos de esto son la captura de agua y mantenimiento del manto freático, captura de bióxido de carbono (CO₂), conservación de flora y fauna silvestre, recreación, forraje para el ganado y leña para combustible (Maserá *et al.* 1998, Thoms y Betters *ibid.*). El enfoque forestal tradicional sobreestima la importancia de los recursos maderables y subestima la importancia de los demás bienes y servicios ambientales (Fregoso *et al.* 2001).

El concepto para la selección de los datos geográficos necesarios sobre los recursos naturales se desarrolló a la par con el equipo técnico de la comunidad, tomando en cuenta la combinación de conservación y uso de los recursos naturales. Se utilizó operacionalmente el ILWIS (Integrated Land and Water Information System) como Sistema de Información Geográfica (ITC 1994). Esto se debió a que es un sistema amigable con el usuario en soporte de PC, con un robusto módulo de digitalización y módulos de monorestitución, vector, celdas, base de datos relacional y capacidad de procesamiento de imágenes de satélite. El equipo o "hardware" consiste en una computadora personal (PC), una tableta digitalizadora y un graficador o "plotter" de inyección de tinta.

El punto inicial del trabajo fue la definición de unidades del paisaje basadas en el relieve y la cobertura del suelo a través de una sistemática fotointerpretación de aerofotografía y mapeo. Se utilizaron fotografías aéreas pancromáticas en blanco y negro, adquiridas especialmente para el trabajo, a una escala aproximada de 1:25,000. Estas unidades se utilizaron como unidades de calidad forestal en el área bajo manejo forestal, que equivalen a 2/3 partes del territorio total de la comunidad (Bocco 2001).

En el área no forestada, estas unidades se comienzan a utilizar para correr el proceso de evaluación de tierras (Rossiter 1990) para el análisis de sistemas productivos y la implementación de actividades de ecoturismo (Rosete 1998). Las cualidades del terreno fueron derivadas del modelo digital de elevación y el mapa de gradientes de inclinación.

El mapa base fue la carta topográfica creada con técnicas fotogramétricas a escala 1:10,000 con un intervalo de 10 m entre las

líneas de contorno. Un mapa de tenencia de la tierra a escala 1:25,000 fue incorporado también a la base de datos.

Además, se analizó cuidadosamente el flujo de datos en la comunidad expresado en forma de las necesidades de información requeridas para la diversificación de las actividades productivas, tales como la agroforestería y el ecoturismo.

PRODUCTOS Y PROCEDIMIENTOS

MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN Y PRODUCTOS DERIVADOS

Ocho mapas topográficos a escala 1:10,000 y 10 m de intervalo entre curvas de contorno, que cubre una superficie de 18,800 ha de la comunidad, fueron digitalizados manualmente. Este fue el primer trabajo de la segunda etapa y se cubrió en aproximadamente 450 horas entre los dos operadores. Se trabajó en segmentos de tiempo de dos a tres horas diarias por operador durante cinco días a la semana.

El modelo digital de elevación (MDE) se creó a partir de la rasterización e interpolación simple de las cartas topográficas digitalizadas. Cada carta se rasterizó por separado con un tamaño de celda "píxel" de 10 m y también se creó un mosaico de toda la comunidad con un tamaño de celda de 25 m. A partir de este modelo topográfico se creó un mapa de gradientes de inclinación del terreno y otro del modelo sombreado con base a filtrados. Estos productos requirieron de 24 horas de trabajo de ambos operadores.

Durante esta parte de la capacitación nos enfocamos a la precisión de registro del mapa para la tableta digitalizadora. Se definió como precisión mínima aceptable para cada sesión de trabajo un valor de uno de error en unidades de la tableta digitalizadora para los residuales de los puntos de control. La existencia de errores geométricos y su implicación en la creación de la base de datos quedó entonces claro. Además, se trabajó sobre el problema de la precisión en el etiquetamiento de los objetos. Después de ser terminados, a cada mapa se le verificó la precisión en forma aleatoria (Bocco y Riemann 1997).

Los errores fueron eliminados de la base de datos y el costo de la calidad de los datos fue analizado en términos de una relación costo-beneficio (Aronoff 1989). Durante el proceso se discutió ampliamente sobre la conversión de datos, interpolación, filtrado, técnicas de clasificación, modelos de datos en vector o en celdas. Se analizó también el uso

de mapas de pendientes clasificados y el establecimiento de cualidades del terreno. Las técnicas utilizadas pueden consultarse en Borrough (1986).

MAPA DE TENENCIA DE LA TIERRA

Se digitalizó un mapa a escala 1:25,000 de tenencia de la tierra de la comunidad, utilizando el mismo nivel de precisión y la misma rutina de verificación. Este trabajo se efectuó en 16 horas de trabajo, en donde aproximadamente 200 polígonos fueron digitalizados y etiquetados. El tiempo de trabajo para el propósito definido disminuyó sustancialmente. Los errores fueron muy pocos y consistieron básicamente en la intersección de segmentos y en la ausencia de definición de nodos.

Se discutió sobre el reconocimiento de áreas por el sistema y el etiquetamiento de polígonos por el operador. Se enfatizó en el concepto de punto, línea y polígonos, así como en la diferencia entre datos geográficos y entidades geométricas. Introducimos rutinas de actualización de polígonos y establecimos la relación entre la base de datos espacial y sus datos de atributos. Se utilizó el número de parcela, el área, perímetro y poseedor.

MONORESTITUCIÓN Y CREACIÓN DEL MAPA FORESTAL

El mapa de manejo forestal se basa principalmente en unidades con cualidades homogéneas del bosque, derivadas de fotografías aéreas y utilizando claves estándar de interpretación estereoscópica, tales como el tono, patrón, textura, sombreado y verificación de campo.

Cincuenta aerofotografías se interpretaron por dos fotointerpretes capacitados con el conocimiento de aspectos del terreno, tipos y calidades de bosque. Debido al relieve de la comunidad, la interpretación se restringió al área central de cada foto del mosaico. Para transferir los datos de la foto a una base digital correcta y al mosaico de la comunidad se utilizó la rutina de monorestitución, un procedimiento simple de corrección albeit (Mc Cullough y Moore 1995).

El módulo de monorestitución utiliza principios fotogramétricos básicos para georeferenciar datos vectoriales. Los parámetros requeridos por el sistema son un grupo de puntos de control con el dato de elevación obtenido del MDE, por cada foto, y la distancia focal de la cámara. El procedimiento calcula la orientación interior y exterior de la foto; la precisión es principalmente una función de la ubicación de los puntos de control.

La operación requiere la selección de 10 a 12 puntos de control para la parte central de cada una de las fotos. En terrenos forestales, esto es un trabajo difícil, pero fue superado por el conocimiento del territorio que poseen los operadores del sistema.

El modelo final para cada foto fue corregido corriendo la rutina de monorestitución con no menos de nueve puntos con una precisión de al menos 25 m (1 mm en el mapa base y la escala aproximada de las fotos). En la mayoría de los casos, la precisión estuvo alrededor de 15 m. El trabajo final fue la construcción del mosaico y la definición de los polígonos. El procedimiento completo, excluyendo la fotointerpretación, se efectuó en aproximadamente 240 horas entre ambos operadores.

El mosaico geoméricamente corregido con aproximadamente 2,500 polígonos fue etiquetado con cuatro clases de calidad forestal u otras categorías de uso del suelo, por una parte, y con cada tipo específico de subrodal forestal. Estas unidades serán utilizadas como áreas de muestreo permanente para describir el bosque desde una perspectiva productiva. Los datos del muestreo se trataron estadísticamente y se incorporaron a la base de datos de atributos del SIG. Como complemento, el proceso de evaluación de tierras para otros sistemas productivos (Rosete *ibid.*), se incorporaran a la base de datos y se analizará el potencial de diversificación y planeación espacial del territorio de la comunidad.

PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información generada en el SIG se editó en un programa de edición gráfica para mejorar su presentación. La información en formato vectorial fue exportada del sistema en formato DXF, mientras que la información en formato de celdas "raster" se exportó en formato GIF o BMP.

Estos archivos de exportación se editaron en el programa Corel Draw 6 con la finalidad de lograr una presentación óptima de los resultados. La impresión de la información se efectuó en un graficador o "plotter" a color de inyección de tinta HP.

CONCLUSIONES

Durante el proceso de capacitación, el SIG se consideró como un concepto técnico, así como un instrumento de planeación que forma parte integral del plan de manejo de recursos naturales de la comunidad, más que como una simple herramienta gráfica o de almacenamiento. Se tiene contempla-

do que la segunda fase de este proceso incluirá la utilización de fotografía o video digital para monitorear los cambios en la cobertura forestal.

Los resultados obtenidos indican que, al tiempo invertido de casi 365 horas de capacitación durante seis meses, se tenga un sistema operando en forma completa y orientado al manejo de bases de datos y al análisis geográfico de recursos naturales. La importancia central dada al SIG durante el proceso de capacitación se centro sobre cuestiones de precisión y sobre la relación entre el SIG y el plan de manejo.

El proceso descrito en este trabajo puede ser extrapolado a otras comunidades rurales o indígenas en países en desarrollo, siempre y cuando cuenten con una fuerte organización social y un conocimiento profundo sobre el uso sustentable de los recursos naturales. Los aspectos organizacionales son cruciales en el éxito de la capacitación y operación del SIG, ya que pueden afectar la continuidad de su utilización. Los aspectos técnicos han sido manejados apropiadamente con una configuración implementada relativamente simple.

El tiempo invertido por los capacitadores externos debe disminuir a través del tiempo en función de la continuidad del trabajo e independencia del proyecto. Si el proceso es completamente exitoso, una comunidad como Nuevo San Juan puede convertirse por sí misma en un consultor regional para otras comunidades indígenas dentro de su área de influencia.

El costo comercial de un estudio tradicional de manejo forestal para cada comunidad es de alrededor de \$120,000 US dls, una cantidad bastante importante para los parámetros económicos locales. Este potencial de sangría económica justifica el esfuerzo de capacitación orientado a la automatización del programa de manejo forestal, desde un punto de vista estrictamente económico, ya que, de hecho, si se implementa adecuadamente, la tecnología es bastante accesible, pues una plataforma de PC y el programa (software) del SIG puede adquirirse por menos de \$2,500 US dls.

Las piezas clave para lograr un proceso de capacitación exitoso son la disponibilidad de personal capacitado técnicamente (ingenieros o técnicos forestales con algún conocimiento en el uso de computadoras), y una fuerte organización social que ayude a concretar en la práctica el esfuerzo realizado.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez-Icaza, P. 1996. La gestión ambiental campesina, reto al desarrollo rural sustentable. En Calva, J. L. (ed.). *Sustentabilidad y desarrollo ambiental*. Tomo

- 2, Seminario nacional sobre alternativas para la economía mexicana, pp. 117-127.
- 1993. Forestry as a social enterprise. *Cultural Survival* 17 (1): 45-47.
- Aronoff, S. 1989. *Geographic information systems. A management perspective*. WDL. Ottawa.
- Bocco, G. 1991. Traditional knowledge for soil conservation in central Mexico. *Journal of Soil and Water Conservation* 46(5): 346-348.
- Bocco, G., F. Rosete, P. Bettinger y A. Velázquez 2001. Developing a GIS program in rural Mexico. Community participation equal success. *Journal of Forestry* 99(6):14-19.
- Bocco, G. y H. Riemann 1997. Quality assessment of polygon labeling. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 63(4): 393-395.
- Burrough, P. A. 1986. *Principles of geographic information for land resources assessment*. Clarendon Press. Oxford.
- Fregoso, A., A. Velázquez, G. Bocco y G. Cortéz 2001. El enfoque de paisaje en el manejo forestal de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. *Investigaciones Geográficas* 46:58-77.
- ITC 1994. *ILWIS manual*. Enschede, Holanda.
- Masera, O., D. Masera y J. Nadia 1998. *Dinámica y uso de los recursos forestales de la región purépecha. El papel de las pequeñas empresas artesanales*. GIRA, México.
- Mc Cullough, D. y K. Moore 1995. Issues and methodologies in integrating aerial photography and digital base maps. *Geo Info Systems* 5(3): 46-48.
- Rosete, F. 1998. Diseño de Base de Datos para su aplicación en la Evaluación de Tierras de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Rossiter, D. G. 1990. ALES: a framework for land evaluation using a microcomputer. *Soil Use & Management* 6(1):7-20.
- Thoms, C. y D. Betters 1998. The potencial for ecosystem management in Mexico's forest ejidos. *Forest Ecology and Management* 103:149-157.
- Toledo, V. y M. J. Ordóñez 1993. The biodiversity scenario of México: a review of terrestrial habitats. En Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.), *Biological diversity of Mexico*. Oxford, University Press, pp. 757-775.

VEINTE

El sistema automatizado de evaluación de tierras

Fernando Rosete, José Sánchez y Gerardo Bocco

INTRODUCCIÓN

Los diversos cambios de uso del suelo de origen antrópico han sido detectados como la causa principal de pérdida de productividad de múltiples sectores rurales. Los efectos van más allá de los límites rurales ya que las poblaciones urbanas también dependen de una amplia gama de bienes y servicios ambientales derivados de ecosistemas sanos (Lambin *et al.* 2001). México no escapa de esta problemática y estudios recientes han demostrado la continua pérdida del capital natural del sector rural (Velázquez *et al.* 2002). Estos cambios en su conjunto obedecen a la falta de estrategias de planeación de uso del suelo, lo que a su vez depende de investigaciones profundas que permitan evaluar el potencial de cada territorio con respecto a las demandas específicas. Esto último se denomina estudio de evaluación de la aptitud de uso del suelo (FAO 1976) y representa el tema central de este capítulo.

Actualmente existe una gran demanda de información sobre la aptitud de las tierras para un amplio rango de usos. Es indudable que las facilidades o restricciones ambientales que en un tiempo y espacio dados ofrecen los recursos naturales y su distribución espacial a los propósitos de la actividad agropecuaria, son elementos a considerar en la toma de decisiones respecto al establecimiento, recomposición o transformación de las unidades de producción (Baca 1992). En este sentido y de acuerdo con Bocco, la

regionalización geomorfológica (a diferentes escalas) proporciona la base espacial para la delimitación de otros componentes del medio natural, generalmente perturbado por la actividad humana. Estas unidades espaciales son necesarias para organizar el conocimiento acerca de la distribución de los recursos naturales, evaluar la aptitud productiva del territorio, y evaluar los conflictos potenciales entre la aptitud y el uso de la tierra. Este uso depende mucho del conocimiento de las necesidades y circunstancias de los usuarios de la tierra, por lo que la tierra debe evaluarse en términos de relevancia no sólo en el contexto ambiental y económico, sino también del contexto social del área de interés. Es aquí donde la planeación del uso de la tierra como parte del ordenamiento territorial aspira a mejorar el uso y el manejo sostenible de los recursos. Con la finalidad de planificar o recomendar los usos de la tierra de forma racional y objetiva, desde una perspectiva de su regionalización geomorfológica utilizando para ello las técnicas de planeación del uso de la tierra, principalmente para desarrollo agrícola, en donde la configuración territorial es uno de los aspectos que imponen condiciones al proceso de trabajo. Además, el proceso de evaluación de tierras funciona como un sistema de apoyo a la toma de decisión, a través del cual se puede seleccionar el tipo de utilización para cada unidad de tierra, poniendo énfasis en la integración de los aspectos físico y socioeconómicos, así como en la participación activa de todos los usuarios. El objetivo de la evaluación de tierras es principalmente el entender las relaciones recíprocas entre la tierra y los usos a los que se dedica, en donde la participación activa y decidida de los beneficiarios y usuarios es fundamental para la correcta toma de decisiones.

El presente trabajo relata el proceso de evaluación de tierras a nivel biofísico, con la finalidad de definir la aptitud del suelo de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, en la que se proponen tipos de utilización del terreno que no fomenten la disminución de la cubierta forestal y vegetal de la comunidad. Estos tipos de utilización propuestos para la comunidad son: maíz de temporal, praderas para ganadería extensiva, manejo forestal y fruticultura de durazno y aguacate.

MÉTODOS

DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LA COMUNIDAD

Se aplicaron tres herramientas metodológicas en la definición del sistema general de producción en la comunidad. La primera fue la revisión de la

bibliografía existente sobre las unidades productivas de la comunidad, la segunda fue la realización de visitas por las diferentes zonas de la comunidad y la tercera fue la realización de pláticas informales con algunos productores y los responsables técnicos del manejo forestal. El principal documento revisado fue Lemus (1995), trabajo en el que se definen los sistemas y subsistemas de producción existentes en la comunidad, incorporando una propuesta de mejoramiento de los subsistemas. Se participa también como asesor de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro en el manejo agroforestal.

Se visitaron diferentes Unidades de Producción (UP) dentro de la comunidad, recorriendo la zona frutícola y maicera del norte, la parte forestal y de pastizales en el centro, los pastizales en las laderas del Tancitaro, la zona frutícola del sur y la agrícola del suroeste. Durante estas visitas se registraron observaciones sobre el manejo y las características de las UP visitadas, así como de las pláticas y sesiones de preguntas y respuestas con la unidad de conservación y desarrollo forestal de la comunidad.

También se efectuaron pláticas informales con los productores que se encontraban en el campo durante las visitas, cuya finalidad era conocer el manejo específico que le da el productor a cada recurso dentro de cada subsistema de producción de su UP. La información recopilada se clasificó según su temática y se sintetizó con el fin de poder obtener un modelo global de UP para la Comunidad.

REGIONALIZACIÓN MORFOEDAFOLÓGICA

Los levantamientos de campo se basaron en las unidades geomorfológicas y la descripción de perfiles de suelo. Estos trabajos se desarrollaron durante varias salidas de campo en el periodo comprendido entre septiembre de 1995 y enero de 1996. Los resultados y análisis específico de estos trabajos se encuentran en Bocco *et al.* 1997 y en Siebe y Bocco 1997.

El enfoque general se basa en el análisis de las formas del terreno para prospección de los recursos naturales (Verstappen 1984) como una primera aproximación a la definición de unidades integrales de paisaje (Zonneveld 1979 y Velázquez 1993, modificadas), para su posterior uso en el manejo de recursos y ordenamiento del territorio (Bocco y Ortíz 1994).

El enfoque contempla el uso de percepción remota, cartografía automatizada y análisis y modelamientos espaciales en el marco de sistemas de información geográfica (SIG) (Bocco *et al.* 1997).

El levantamiento geomorfológico fue el punto de partida de este enfoque y se basó en la interpretación de fotografías aéreas y al análisis del terreno (Van Zuidam 1985). Se utilizaron dos mosaicos de fotografías aéreas, pancromáticas blanco y negro, a escalas aproximadas 1:25,000 y 1:50,000 producidas por INEGI en 1985 y 1970, respectivamente. La interpretación preliminar se verificó con un muestreo intensivo en campo y posteriormente los datos se transfirieron a los mapas topográficos de INEGI de Paracho y Uruapan, escala 1:50,000, utilizando técnicas fotogramétricas simples (Bocco *et al.* 1997).

El mapa final fue digitalizado y se crearon así la base de datos geográficos principales para conformar la base de datos para el manejo de los recursos naturales. La interpretación se cotejó, en pantalla, contra el modelo digital de elevación (confeccionado mediante la digitalización de las curvas de nivel de los mapas topográficos ya mencionados, con intervalos de 20 m). La coherencia de las unidades de relieve se verificó mediante sobreposición con el mapa de pendientes, derivado del modelo digital de elevación (Bocco *et al.* 1997).

El levantamiento de suelos se realizó siguiendo la metodología descrita en Siebe *et al.* 1995. La clasificación de suelos se hizo según FAO (1988). Se describieron 136 perfiles y barrenas utilizando como marco espacial las unidades de relieve. Los resultados analíticos y un análisis detallado se presenta por separado en Siebe y Bocco (1997). El mapa resultante se incorporó a la base de datos del SIG. La descripción de perfiles de suelos en campo fue la base para el levantamiento de suelos y se realizó con el fin de reconocer las unidades y asociaciones de los suelos en el paisaje. Se determinaron características físicas y químicas en campo y en laboratorio de las muestras de cada horizonte según Siebe *et al.* 1995 y Siebe y Bocco 1997.

Posteriormente se sobrepuso en el mapa geomorfológico la información de la base de datos existente producto del levantamiento de suelos para definir las unidades homogéneas que serían consideradas para los fines de la evaluación de tierras como unidades cartográficas (UC).

ANÁLISIS DE COBERTURA Y USO DEL SUELO

El trabajo de análisis de la cobertura vegetal y de uso del suelo se realizó (a partir de Torres 2002) sobre una composición multiespectral a color utilizando las bandas 5-4-3 del sensor mapeador temático Landsat, mejoradas mediante estrechamiento y filtrados logarítmicos, corregidos

geoméricamente. El análisis se efectuó sobre la pantalla del sistema de información geográfica y los resultados se relacionaron con las formas del relieve y se alimentó el esquema general de la base de datos.

La cobertura forestal se diferenció con base en su densidad (bosque denso y bosque abierto), lo que refleja parte del manejo forestal que se efectúa en la comunidad. Las plantaciones se dividieron en anuales y/o pastos y perennes. Las primeras se refieren principalmente a la agricultura de temporal con plantaciones de maíz y en menor proporción a zonas de praderas, ya sea natural o inducidas. Las plantaciones perennes hacen referencia a la actividad frutícola caracterizada principalmente por plantaciones de durazno en la porción norte y aguacate en la porción sur de la comunidad.

MÉTODO UTILIZADO EN LA EVALUACIÓN DE TIERRAS

En el proceso de evaluación de tierras (ET), se utilizó el sistema automatizado denominado ALES, el cual es un programa de computo que permite a los evaluadores de tierras construir sistemas expertos para sus evaluaciones, según el método presentado en el esquema para evaluación de tierras de la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO 1976). El programa está diseñado para su uso en ET a escala tanto regional, como de proyecto. Las entidades evaluadas por ALES son las UC (Rossiter 1995).

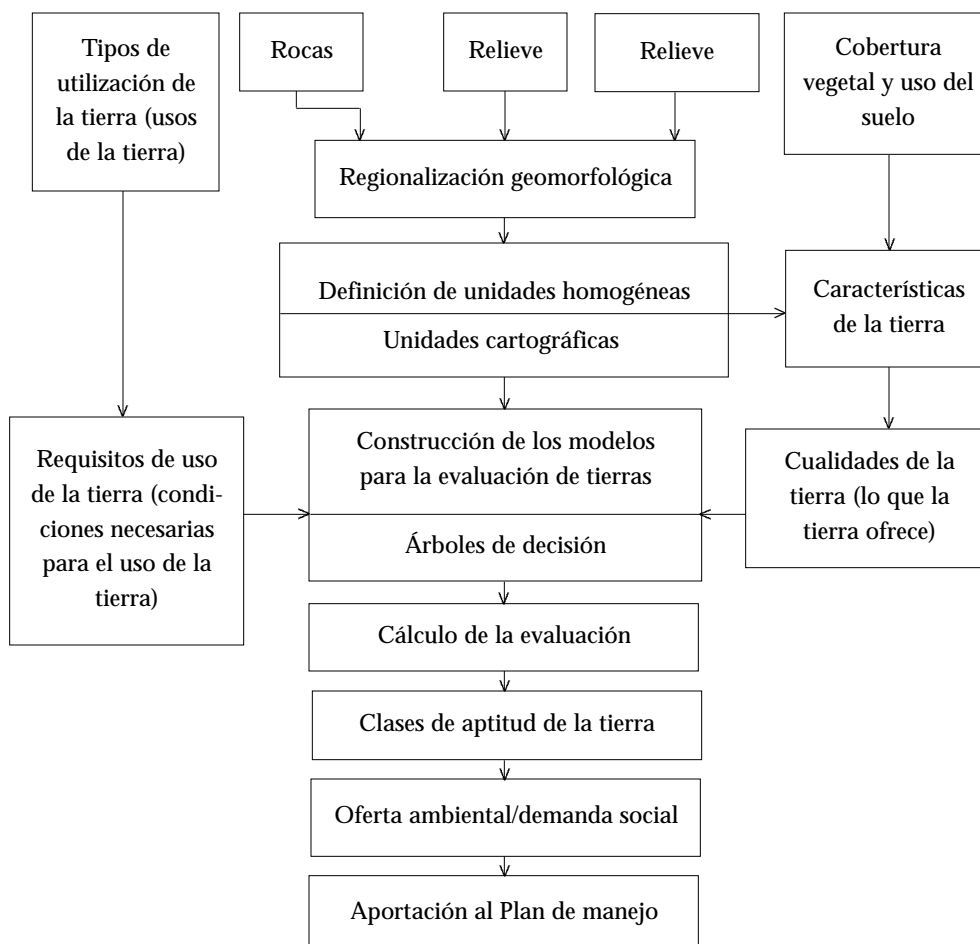
Dentro del estudio de valoración del comportamiento de la tierra cuando ésta se usa para propósitos específicos, el proceso metodológico a seguir es el que se muestra en la figura 1.

Con la información obtenida se crearon las UC, que fueron evaluadas con los usos de la tierra denominados tipos de utilización de la tierra (TUT), para determinar sus grados de aptitud productiva de cada unidad para cada uso.

Los TUT definidos fueron: agricultura maicera de temporal, introducción de pastos perennes, fruticultura de durazno y aguacate y aprovechamiento comercial del bosque (madera y resina).

Se eligió la agricultura maicera de temporal por ser la más difundida en los terrenos de la comunidad y además de tener una gran relevancia en la integración con el subsistema pecuario. La introducción de pastizales perennes es una opción probada (por el equipo de asesores técnicos de la comunidad y PAIR-UNAM) con varias aplicaciones en los terrenos de la comunidad. Por un lado, presentan una opción de mane-

FIGURA 1. PASOS METODOLÓGICOS DEL ESQUEMA DE EVALUACIÓN DE TIERRAS



jo silvopastoril en los terrenos forestales sometidos a un 2º y 3º aclareo, e incluso en los tratados con cortas de regeneración si se intercala con reforestaciones.

En otro sentido, representan la posibilidad de darle un manejo más ordenado a la producción pecuaria, pudiendo establecerse un sistema de manejo de potreros que aumente las posibilidades de alimento disponi-

ble para el ganado e incremente su eficiencia energética al evitar largos recorridos en busca de alimento fresco. De este modo, se podría disminuir el daño que el ganado puede ocasionar a la regeneración del bosque y la competencia por ramoneo que se pudiera establecer con especies silvestres presentes en los terrenos de la comunidad.

Por último, los pastizales pueden ser de gran importancia en la recuperación de terrenos degradados al establecer una cubierta vegetal permanente sobre el suelo desnudo, evitando un mayor deterioro ambiental, así como su reincorporación a las actividades productivas, principalmente al pastoreo.

El subsistema pecuario, dadas sus características (principalmente ganadería extensiva), se relaciona directamente tanto con la agricultura maicera de temporal como con la introducción de pastos perennes, sea en un sistema silvopastoril o un sistema intensivo de manejo de potreros. Es por esto que no se definió un TUT específico de producción pecuaria, sino la posibilidad de incorporar pastos perennes en la UP.

La producción frutícola tiene una gran relevancia económica, su importancia en cuanto a superficie en la comunidad tiende a incrementarse y representa una buena alternativa de diversificación productiva. Como las especies más difundidas son durazno y aguacate, la definición del TUT se centró en la producción de estas dos frutas.

El TUT definido para el aprovechamiento comercial del bosque se caracterizó en forma muy aproximada, incorporando sólo las variables más restrictivas en cuanto al manejo que se le da al bosque según el diseño de aprovechamiento forestal elaborado por la dirección técnica forestal de la comunidad.

Estos tipos de utilización a su vez están determinados por un conjunto de requisitos de uso de la tierra (RUT), que no son más que las condiciones necesarias de cierto TUT para la práctica exitosa y sostenida de un tipo de utilización dado (FAO 1984).

Las variables utilizadas en la definición de los RUT son las que se muestran en el cuadro 1.

Dados los objetivos y alcances del presente trabajo, los valores umbrales de cada variable representan el nivel óptimo requerido en la implementación del TUT específico, de tal forma que la incorporación de prácticas específicas de manejo (durante una etapa posterior del proyecto global), en el modelo de evaluación, pueden compensar limitantes existentes al nivel biofísico. Para una descripción detallada de las variables utilizadas en la ET remitirse a Rosete (1998).

CUADRO 1. REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA UTILIZADOS
EN LA EVALUACIÓN DE TIERRAS

No.	VARIABLE	UNIDAD	CLAVE	ORIGEN DE LA VARIABLE	TIPO DE VARIABLE
1	Pendiente	%	PEND	Levantamiento morfológico	Discreta* (clasificada)
2	Altitud	msnm	MSNM		
3	Profundidad del suelo	cm	PFSUE		
4	Volumen de piedras	%	PEDREG		
5	Espesor de cenizas volcánicas	cm	ESPECEN		
6	Agua disponible	L/m ²	AGUADIS	Levantamiento edafológico	
7	Capacidad de campo	L/m ²	CAPCA		
8	Conductividad hidráulica	cm/día	CONDH		
9	Nitrógeno total	kg/ha	NITRO		
10	Uso del suelo		USOSUE	Cambio de cobertura y uso del suelo	
11	Riesgo de erosión	t/ha/año	RIESGOER	Derivadas	
12	Disponibilidad de riego	m ³ /año	RIEGO		

*La característica discreta (clasificada) es aquella que se puede medir en una o más clases (característica cuantitativa).

**Las características discretas sin unidades de medida es una característica de la tierra nominal (característica cualitativa).

Para una descripción detallada de las variables utilizadas en la Evaluación de tierras remitirse a Rosete 1998.

Las unidades de tierra fueron definidas por los valores de un conjunto de características de la tierra (CaT), agrupadas en forma de cualidades de la tierra (CuT).

Los RUT expresan las demandas de un uso de la tierra dado, mientras que las CuT expresan la oferta, es decir, lo que una área particular ofrece.

Es fundamental integrar toda la información con características espaciales (unidades homogéneas) y aespaciales en una base de datos co-

herente para que pueda ser utilizada en un proceso automatizado de evaluación.

El resultado del proceso de evaluación es la definición de las diferentes clases de aptitudes del terreno para los diferentes TUT definidos. Estos resultados son la base para poder confrontar los conflictos existentes en cuanto a la oferta ambiental (capacidad productiva del terreno desde un enfoque de sustentabilidad) y la demanda social (el uso de suelo actual como reflejo de esta demanda), conflictos con prioridad a resolver en un plan de manejo sustentable de los recursos naturales comunitarios.

El sistema ALES trabaja bajo la forma de modelos, el término modelo en este caso particular se refiere a un grupo de procedimientos de decisión y no a un modelo de procesos. Sin embargo, el término modelo todavía es apropiado, ya que ALES representa el juicio del experto en usos de la tierra, juicio que a su vez constituye un modelo mental de la realidad (no obstante modelos empíricos o de procesos pueden ser usados por ALES para guiar la construcción de los procedimientos de decisión) (Rossiter *et al.* 1995).

La construcción del modelo en el sistema ALES debe contener la información clasificada, esto con el fin de poder construir los árboles de decisión. Estos son claves jerárquicas multidireccionales en donde las hojas representan los resultados, tales como rangos de CuT, y los nodos interiores del árbol (puntos de las ramas) son criterios de decisión. Cada modelo es construido de una manera interactiva y aumentativa.

Una vez que se construye el modelo preliminar y son ingresados los datos clasificados para un grupo de UC representativas, se puede calcular una matriz de evaluación, que muestra la valoración de cada UC para cada TUT, así como las subclases de aptitud física (Rossiter *et al.* 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

SISTEMA DE PRODUCCIÓN

El sistema de producción en la Comunidad esta integrado por los subsistemas agrícola, pecuario y forestal en las diferentes UP existentes, mientras que la integración del subsistema frutícola con los subsistemas restantes se presenta en forma no tan evidente. Es posible definir una UP general en la comunidad, que integre agricultura de maíz, ganadería y bosque, en donde la ganadería es el elemento articulador de los subsistemas de dicha unidad. Esta articulación funciona gracias a la movilidad del ganado para satisfacer sus necesidades de alimentación, ya que el gana-

do consume los desechos de la actividad agrícola maicera, pastorea las zonas agrícolas en descanso y durante la etapa crítica, anterior a las lluvias, se alimenta dentro del bosque, en donde existe una mayor presencia de plantas susceptibles a ser consumidas.

El modelo general del subsistema agrícola de la UP para la comunidad se incluye dentro del sistema conocido como año y vez, que se caracteriza por sembrar la parcela durante un ciclo y dejarla descansar durante el ciclo siguiente. Este sistema se practica en las zonas centro y norte, así como en las laderas de la zona sur (utilizando variedades de maíz amarillo criollo). En las áreas planas de esta última zona se sigue el sistema de maíz año con año, sin descanso, con variedades de maíz blanco criollo.

La UP se divide en dos o más campos de trabajo, de tal forma que mientras descansa un campo se cultiva el otro. Generalmente se trata de monocultivos, pero en algunos casos se incorporan cultivos secuenciales de ciclo corto, de julio a octubre, que se aprovechan como forraje (principalmente avena).

Las prácticas de manejo que se realizan son las siguientes: barbecho en octubre, rastrojo en diciembre, siembra en marzo, cosecha en diciembre. Pueden existir uno o dos controles de arvenses al principio o a la mitad de la temporada de lluvia, pero en muchos casos no se efectúa o con uno es suficiente. Generalmente no se aplica ningún tipo de fertilizante ni plaguicida, por lo que los rendimientos son muy bajos y se destinan principalmente al autoconsumo.

Como se mencionó anteriormente, el subsistema articulador de toda la UP es el pecuario. Normalmente, se trata de ganado manejado en forma de libre pastoreo (ganadería extensiva) que ocupa diferentes terrenos dentro de la UP a lo largo del año para alimentarse. Este movimiento del ganado dentro de la UP es el integrador de los diferentes subsistemas productivos de la UP.

Esta integración opera de la siguiente forma: después de la cosecha del maíz, que puede ocurrir entre los meses de diciembre y febrero, el ganado se mete al terreno de cultivo para forrajear el rastrojo de maíz. Una vez que el ganado consume la mayoría del rastrojo, continúa alimentándose de la pradera que se comienza a establecer en el terreno de cultivo cosechado, formada principalmente por gramíneas y compuestas anuales. El tiempo que tardará el ganado en agotar la pradera depende de la densidad y desarrollo de la pradera establecida en el terreno del cultivo y de la densidad e intensidad de pastoreo.

Durante esta etapa puede variar mucho el manejo del ganado por el productor, ya que dependiendo de la disponibilidad del terreno en descanso (pradera) con que cuente podrá hacer una rotación de campos en descanso, favoreciendo la recuperación de la pradera después de un pastoreo intensivo por los animales. El ganado permanece en estos campos hasta la época más seca del año, entre abril y junio, meses durante los cuales escasea ya la hierba en las praderas por el pastoreo y por que muchas especies que componen la pradera son anuales, principalmente gramíneas nativas y varias compuestas. Durante estos meses el ganado es llevado a pastorear al bosque, en donde existen diferentes especies con tejido verde de las que se alimenta hasta la llegada de la temporada de lluvias en el mes de junio, tales como gramíneas y leguminosas perennes, compuestas y labiadas arbustivas y herbáceas. Aún durante los inicios de la lluvia el ganado se mantiene en el bosque, hasta que se establece una pradera en el terreno en descanso y es regresado de nuevo a pastorear sobre la pradera ya establecida, en donde permanecerá hasta el mes de octubre, mes en el que se realiza el barbecho necesario en la preparación del terreno para el siguiente ciclo de maíz.

De octubre hasta la fecha de cosecha del campo en producción de maíz, el ganado se mantiene en el bosque, en donde se alimenta de las hierbas crecidas durante la época de lluvia, tanto de las perennes ya mencionadas en el párrafo anterior como de las anuales desarrolladas durante la temporada de lluvias, principalmente gramíneas y compuestas. La fecha de cosecha del maíz puede variar entre diciembre y febrero (en general se da en diciembre o enero), por lo que la alimentación del ganado en el bosque durante estos cuatro meses, considerándose muy importante para la productividad del subsistema pecuario. Generalmente se manejan razas criollas de ganado bovino y caballar.

El aprovechamiento del subsistema forestal que se realiza en la UP comprende la extracción de madera y resina (método de Hedges), así como la extracción, a pequeña escala, de algunas plantas medicinales, como *Satureja macrostema* (té nurite), *Ternstroemia pringlei* (tila) y *Tilia mexicana* (tilia o cirimo), hongos y frutas silvestres.

El manejo del recurso forestal maderable se lleva a cabo bajo el modelo del método de desarrollo silvícola (MDS) que contempla el manejo de las áreas forestales con ciclos de diez años en un turno de 50 años (Plan de manejo integral forestal de la comunidad 1988). Las cinco actividades de manejo que se realizan, una cada diez años por UP, son: cortas de regeneración, cortas de liberación y tres aclareos. En algunos casos se

hacen preaclareos en las cortas de liberación y se dejan árboles de seguridad por si el renuevo es afectado por una catástrofe. Las principales especies forestales manejadas son Pinos (*Pinus leiophylla*, *P. pseudostrobus*, *P. michoacana*, *P. montezumae*), Oyamel o Abeto (*Abies religiosa* sp.) y Encinos (*Quercus* spp.).

Se realizan también prácticas de reforestación con especies nativas reproducidas en viveros propios como apoyo en las cortas de regeneración o para recuperar áreas cubiertas con arena volcánica a las actividades productivas. En estas zonas (se calcula que en diez años se han reforestado 1,000 hectáreas) se efectúan prácticas de mejoramiento y fertilización orgánica de los suelos y prácticas de poda para obtener mejores crecimientos y conformación física de los árboles.

Las actividades resineras se efectúan durante todo el año por el productor, que vende el producto a la resinera comunal con un precio ligeramente mayor al del mercado regional.

El subsistema frutícola se encuentra integrado, dentro del esquema de la UP tradicional, con los tres subsistemas, ya que los residuos de la industria forestal, los residuos agrícolas y el estiércol del ganado son utilizados como materia prima en la producción de abono orgánico (por medio de un proceso de composteo), que es aplicado en las plantaciones frutícolas de la comunidad, principalmente de aguacate y durazno. El establecimiento de la fruticultura por incentivos del mercado (aguacate) ha significado un cambio de uso de suelo en las UP de la zona sur.

Las limitaciones de la UP han sido revisadas por el equipo técnico de la comunidad y complementado con los resultados de los estudios realizados por el PAIR-UNAM región Michoacán en 1994 (Rosete 1997), que encontraron que el 25% del territorio comunal se encuentra en riesgo de deterioro y el 12% de la superficie corresponde a áreas deterioradas que deben ser sujetas a programas de recuperación de suelos y de la cubierta vegetal.

Se ha propuesto, por parte del equipo de asesores técnicos ligados a la comunidad, llevar a cabo prácticas de manejo innovadoras que reduzcan el impacto generado por el aprovechamiento de los recursos naturales de la comunidad sobre el suelo y el ambiente. Estas propuestas tienen el propósito de encaminar el aprovechamiento de los recursos naturales a una forma sustentable de manejo de tales recursos, en donde el proceso de diversificación productiva es fundamental para la comunidad. La propuesta innovativa debe verse como el objetivo a lograr en una primera etapa de diversificación productiva.

REGIONALIZACIÓN: DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS (UC)

Las unidades homogéneas se establecieron con base en sus características morfológicas y edafológicas y se consideraron para fines de la ET como UC. El cruce de los mapas resultantes de esos estudios se realizó en el SIG ya mencionado. Las cartas de geomorfología y edafología utilizadas en el cruce para la definición de las unidades cartográficas homogéneas se presentan en los mapas 1 y 6 del encarte a color.

Como resultado del análisis, se obtuvieron cinco grandes unidades y 11 subunidades cartográficas homogéneas en cuanto a sus características geomorfoedafológicas. En el cuadro 2 se describen las características de cada una de las unidades.

A partir de las 11 subunidades con sus respectivos perfiles y barrenas se definieron las UC para ser sometidas a la ET.

El criterio que se siguió para seleccionar las UC fue el de considerar aquellas subunidades que presentaban por lo menos un perfil de suelos, por lo que se descartaron las subunidades 2.2a, 2.3 y 4.2 que en conjunto cubren el 11.7% de la superficie comunal por carecer de ellos.

En el cuadro 3 se muestran las subunidades geomorfológicas y las unidades cartográficas que se sometieron a la ET en el programa ALES.

La clave de la UC designa cada una de las unidades geomorfológicas así como la subunidad y el perfil edafológico que le corresponde. Con estas claves se denominaron las UC que se evaluaron en el sistema ALES, considerándose entonces cada perfil como unidad cartográfica independiente dentro de la unidad cartográfica.

CONSTRUCCIÓN DE LOS ÁRBOLES DE DECISIÓN

Los árboles de decisión considerados en el proceso de evaluación se construyeron a partir de las 12 variables definidas de los RUT. A continuación se describe la lógica de construcción del modelo de evaluación para cada TUT en donde se muestran las clases consideradas en cada variable. El acomodo de las variables dentro de cada árbol supone mayor peso.

TUT EN AGRICULTURA MAICERA DE TEMPORAL

El árbol de decisión construido para este tipo de utilización de la tierra (TUT) se muestra en la figura 2. En este árbol se consideraron 11 variables, donde el principal factor limitante designado es la pendiente, sin

CUADRO 2. REGIONALIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LA COMUNIDAD
INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO, MICHOACÁN, MÉXICO

UNIDAD GEO- MORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SUELOS	SUPERFICIE (HA)
<i>1. Conos monogenéticos</i>	1.1. Conos monogenéticos cineríticos, principalmente del holoceno, con laderas rectilíneas	Regosol vitri-éutrico sobre andosol (30-60 y >60) Leptosol andi-mólico y lítico/ andosol mólico Andosol mólico en andesitas Pleist. (Templado frío)	1,098.3
	1.2. Conos monogenéticos lávíticos (tipo domos andesíticos de La Chimenea y El Tejamanil, del pleistoceno, con laderas convexas.	Andosol mólico en andesitas Pleist. (Templado frío)	289.1
<i>2. Derrames lavicos andesíticos</i>	2.1.a. Derrames lávicos andesíticos, superficie cumbrales, ligeramente convexas, pendientes < 5 %	Andosol mólico en andesitas Pleist. (Templado frío) Andosol mólico en andesitas Pleist. (Templado)	1,005.5
	2.1.b. Derrames lávicos andesíticos, laderas denuda- storias, rectilíneas a convexas, pendientes entre 10 y 30 %	Andosol mólico en andesitas Pleist. (Templado frío) Andosol mólico en andesitas Pleist. (Templado)	2,942.7
	2.2.a. Derrames lávicos andesíticos basálticos y basálticos, superficies cumbrales, rectilíneas, pen- dientes < 5 %	Regosol vitri-éutrico sobre andosol (30-60)	210.6
	2.2.b. Derrames lávicos andesíticos basálticos y	Regosol vitri-éutrico sobre andosol (30-60 y >60)	8,961.3

(Continúa)

CUADRO 2. REGIONALIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO, MICHOACÁN, MÉXICO

UNIDAD GEO-MORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SUELOS	SUPERFICIE (HA)
	basálticos, laderas irregulares, en algunos casos caóticas, pendientes variables > 5 % hasta 30 %	Leptosol andi-mólico y lítico/ andosol mólico. Andosol mólico en andesitas Pleist. (Templado)	
	2.3. Derrames lávicos andesíticos-basálticos del Paricutín, sin alteración evidente y sin cobertura de piroclastos caóticos.	Leptosol lítico	1,654.7
3. <i>Laderas de piedemonte del cerro Tancítaro</i>	3.0. Laderas de piedemonte del Cerro Tancítaro, con sustrato lávico andesítico Plio-Cuaternario y cobertura de material piroclástico retrabajado.	Andosol mólico en andesitas Pleist. (Templado frío)	206.4
4. <i>Planicies acumulativas</i>	4.1. Planicies acumulativas de nivel de base con material piroclástico retrabajado fluvialmente, con agricultura.	Fluvisol vitri-éutrico sobre planicies Andosol mólico en andesitas Pleist. (Templado frío)	1,235.5
	4.2. Planicies acumulativas de nivel de base con cenizas del Paricutín, depositadas in situ (Llano de Pario), sin cobertura vegetal o reforestación controlada (en sustrato alterado).	Andosol mólico en lavas de cerro Pario	255.9

(Continúa)

CUADRO 2. REGIONALIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LA COMUNIDAD
INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO, MICHOACÁN, MÉXICO

UNIDAD GEO- MORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	SUELOS	SUPERFICIE (HA)
5. Valles erosivos	5.0. Valles erosivos sobre material andesítico pleistocé- nicos y volcánicos pre-pliocé- nicos de la Formación Zumpimito, controlados estructuralmente, con pendientes rectilíneas > 30 %	Barrancas	326.3

CUADRO 3. UNIDADES CARTOGRÁFICAS UTILIZADAS EN LA EVALUACIÓN DE
TIERRAS CON SU SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA Y SUPERFICIE

SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	UNIDAD CARTOGRÁFICA (UC)	SUPERFICIE (HA)
1.1. Conos monogenéticos cineríticos	UC1A1-P6 UC1A2- P8, P22	1,098.3
1.2. Conos monogenéticos lávicos	UC1B1-P31	289.1
2.1.a. Derrames lávicos, superficies cumbrales	UC2A1-P28 UC2A2-P29	1.005.5
2.1.b. Derrames lávicos, laderas denudatorias	UC2B1-P16, P17, P18, P19, P20, P23, P25, P32, P44, P45	2.942.7
2.2.b. Derrames lávicos, laderas irregulares	UC2D1-P1, P3, P7, P38, P40, P41, UC2D2-P10, P11, P15, P21, P33, P36, P37, UC2D3-P13, P14, P24, P34, P35	8,961.3

(Continúa)

CUADRO 3. UNIDADES CARTOGRÁFICAS UTILIZADAS EN LA EVALUACIÓN DE TIERRAS CON SU SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA Y SUPERFICIE

SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	UNIDAD CARTOGRÁFICA (UC)	SUPERFICIE (HA)
3.0. Laderas de piedemonte del Cerro Tancitaro	UC3A1-P26, P27, P43	206.4
4.1. Planicies con material piroclástico	UC4A1-P2, P5, P9, P12, P39, UC4A2-P42	1,235.5
5.0. Valles erosivos	UC5A1-P30	326.3

embargo, la profundidad del suelo, el espesor de las cenizas volcánicas y la altitud son factores importantes a considerar para el establecimiento de esta actividad. De estas cuatro variables, solo la influencia de la pendiente puede ser modificada por medio de prácticas de manejo.

El efecto del resto de las variables consideradas puede ser rectificado mediante prácticas de manejo o a través de la implementación de infraestructura que disminuyan su efecto limitante sobre el TUT y los daños sobre el ambiente.

El propósito de ubicar la variable riesgo de erosión como parte final del árbol es conocer el riesgo ambiental que involucra la implementación de cualquiera de los TUT definidos en cualquiera de las UC, ya que en todos los árboles de decisión esta variable aparece al final del modelo de evaluación.

TUT EN INTRODUCCIÓN DE PASTIZALES PERENNES

En el árbol de decisión (figura 3) para este tipo de utilización de la tierra se consideraron diez variables, donde la pendiente del terreno y la profundidad del suelo son las principales limitantes.

El uso del suelo es una variable importante a considerar, ya que la orientación de este trabajo es no propiciar cambios de uso del suelo que repercutan en la cubierta vegetal, por lo tanto, los sitios que presentan bosque denso no se consideraron para la implementación de esta actividad. En los sitios con bosque abierto se puede realizar un manejo

FIGURA 2. ÁRBOL DE DECISIÓN PARA EL TUT AGRICULTURA MAICERA DE TEMPORAL



silvopastoril y en donde el uso del suelo es diferente a bosque, la implementación del TUT es recomendado.

En este caso en particular, se consideró la aptitud del terreno para los dos tipos de pastos perennes (Rye grass y Bermuda cruzada II) introducidos en la comunidad y que han mostrado resultados satisfactorios, en donde la variable altitud es la que definirá la aptitud para los dos tipos de pastos.

TUT EN FRUTICULTURA

Para el árbol de decisión de este tipo de utilización de la tierra (figura 4) se consideraron las 12 variables, en donde las principales limitantes son el uso del suelo, la altitud en metros sobre el nivel del mar, la disponibilidad de riego, la pendiente y la profundidad del suelo.

El uso del suelo es importante por la misma razón expuesta en el inciso inmediato anterior. Y la altitud define directamente las posibilidades climáticas de la implementación del TUT (temperatura mínima, heladas y temperatura media).

TUT EN FORESTAL

En el caso del árbol de decisión para este TUT (figura 5) se consideraron solamente cuatro variables, tres principales y el riesgo de erosión para finalizar el modelo de evaluación.

Como el propósito del TUT es el aprovechamiento comercial de madera y resina, el riesgo de erosión no tiene las mismas clases que en los árboles de decisión anteriores, pensando justamente en la posibilidad de un uso diferente a la extracción de madera en los sitios con valor "de no apto" que involucre aprovechamiento de flora medicinal, hongos comestibles y manejo de fauna silvestre (Rosete 1998).

EVALUACIÓN DE TIERRAS

Las UC que aparecen en el cuadro 3 fueron sometidas al proceso de evaluación para cada uno de los TUT definidos, con base en los árboles de decisión explicados anteriormente. El resultado de la evaluación de la aptitud de las UC para cada uno de los TUT se muestran en el cuadro 4 y en el mapa 7 del encarte a color.

FIGURA 4. ÁRBOL DE DECISIÓN PARA EL TUT FRUTICULTURA

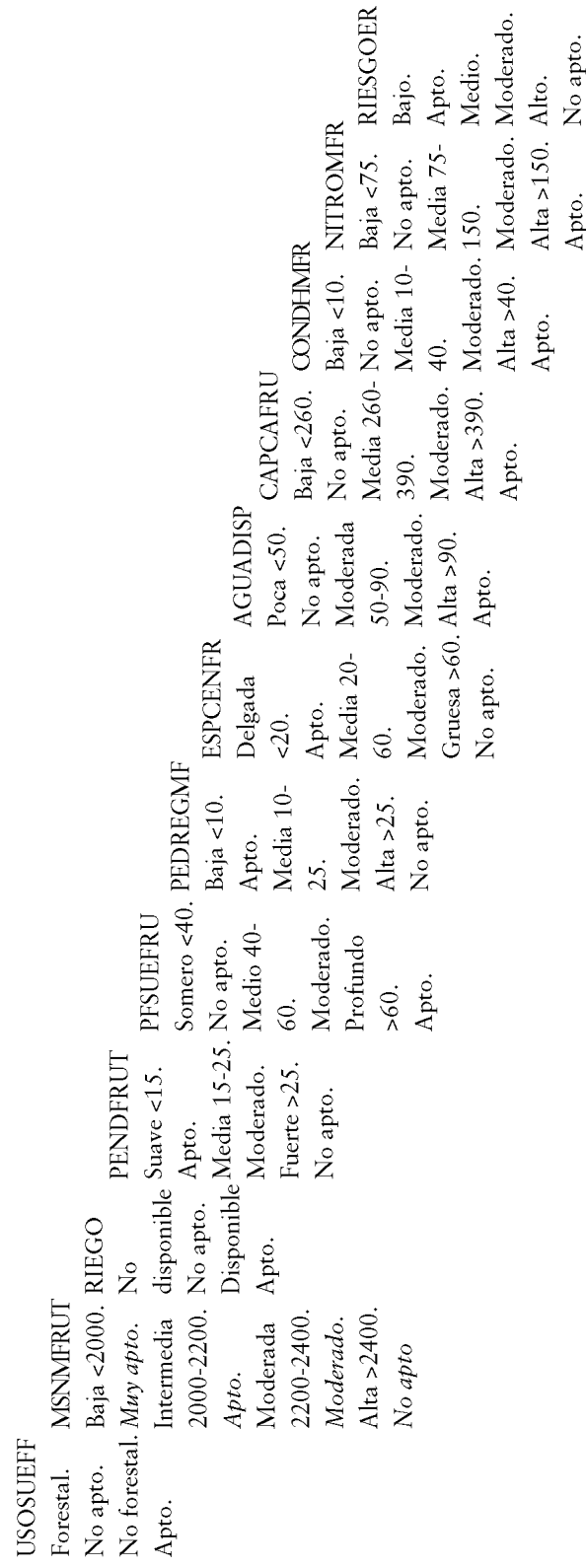


FIGURA 5. ÁRBOL DE DECISIÓN PARA EL TUT FORESTAL

USOSUEFF				
Forestal. Apto.	PFSUEMF			
No forestal. No apto.	Somero <20. No apto.	PENDFORE		
	Poco profundo 20-40.	Suave <15. Muy apto.	RIESGOER	
	Moderado.	Media 15-25. Apto.	Bajo. Apto.	
	Profundo >120. Apto.	Fuerte 25-50. Moderado.	Medio. Moderado.	
		Muy fuerte >100. No apto.	Alto. No apto.	

CUADRO 4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE TIERRAS
POR TIPOS DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA

UNIDAD CARTO- GRÁFICA	MAÍZ TEMPORAL	LIMITANTE	PASTIZAL INDUCIDO	LIMITANTE	FRU- TÍCOLA	LIMITANTE	FORESTAL	LIMITANTE
UC1A1-P6	4	MSNMMAIZ PENDMAIZ PFSUEMF	1	-----	4	MSNMFRUT PFSUEFRU RIEGO	3	PFSUEMF
UC1A2-P8	4	MSNMMAIZ NITROMFR PENDMAIZ	4	NITROPZ USOSUEPZ	4	USOSUEFF CAPCAFU MSNMFRUT NITROMFR, RIEGO USOSUEFF,	2	-----
UC1A2-P22	4	MSNMMAIZ NITROMFR PENDMAIZ	4	PENDPZ USOSUEPZ	4	MSNMFRUT NITROMFR PENDFRUT	3	PENDFORE
UC1B1-P31	4	MSNMMAIZ NITROMFR	4	NITROPZ USOSUEPZ	4	RIEGO USOSUEFF MSNMFRUT NITROMFR USOSUEFF	2	-----

(Continúa)

CUADRO 4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE TIERRAS
POR TIPOS DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA

UNIDAD CARTO- GRÁFICA	MAÍZ TEMPORAL	LIMITANTE	PASTIZAL INDUCIDO	LIMITANTE	FRU- TÍCOLA	LIMITANTE	FORESTAL	LIMITANTE
UC2A1-P28	3	PENDMAIZ	4	PENDPZ	4	MSNMFRUT PENDFRUT RIEGO USOSUEFF	2	-----
UC2A2-P29	4	PENDMAIZ	1	-----	4	RIEGO	4	USOSUEFF
UC2B1-P16	4	PFSUEMF	1	-----	4	MSNMFRUT PFSUEFRU RIEGO	4	PFSUEMF USOSUEFF
UC2B1-P17	4	PENDMAIZ RIESGOER	4	PENDPZ RIESGOER	4	MSNMFRUT PENDFRUT RIEGO RIESGOER	4	USOSUEFF
UC2B1-P18	4	RIESGOER	4	RIESGOER	4	MSNMFRUT RIEGO RIESGOER	4	USOSUEFF
UC2B1-P19	3	PENDMAIZ	4	PENDPZ	4	MSNMFRUT PENDFRUT USOSUEFF	3	PENDFORE
UC2B1-P20	4	PENDMAIZ	1	-----	4	MSNMFRUT RIEGO USOSUEFF	2	-----
UC2B1-P23	4	ESPCENMA PENDMAIZ	1	-----	4	ESPCENFR MSNMFRU PENDFRUT RIEGO	4	USOSUEFF
UC2B1-P25	4	MSNMMAIZ NITROMFR	3	NITROPZ	4	MSNMFRUT NITROMFR RIEGO	4	USOSUEFF
UC2B1-P32	4	ESPCENMA MSNMMAIZ	4	PENDPZ RIESGOER	4	MSNMFRUT PENDFRUT	4	USOSUEFF

(Continúa)

CUADRO 4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE TIERRAS
POR TIPOS DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA

UNIDAD CARTO- GRÁFICA	MAÍZ TEMPORAL	LIMITANTE	PASTIZAL INDUCIDO	LIMITANTE	FRU- TÍCOLA	LIMITANTE FORESTAL	LIMITANTE
		PENDMAIZ RIESGOER				RIESGOER	
UC2B1-P44	3	NITROMFR	3	NITROPZ	4	MSNMFRUT NITROMFR RIEGO	4 USOSUEFF
UC2B1-P45	4	NITROMFR	3	NITROPZ	4	NITROMFR RIEGO	4 USOSUEFF
UC2D1-P1	4	ESPCENMA NITROMFR	3	NITROPZ	4	MSNMFRUT NITROMFR PFSUEFRU RIEGO USOSUEFF	1 -----
UC2D1-P3	3	NITROMFR	3	MSNMPZ NITROPZ	4	CAPCAFRU NITROMFR PFSUEFRU RIEGO	4 USOSUEFF
UC2D1-P7	4	MSNMMAIZ NITROMFR	3	NITROPZ	4	MSNMFRUT NITROMFR RIEGO USOSUEFF	1 -----
UC2D1-P38	4	ESPCENMA NITROMFR	3	MSNMPZ NITROPZ	4	CAPCAFRU ESPCENFR NITROMFR RIEGO USOSUEFF	1 -----
UC2D1-P40	4	ESPCENMA NITROMFR	3	MSNMPZ NITROPZ	4	CAPCAFRU NITROMFR RIEGO	1 -----
UC2D1-P41	3	NITROMFR	3	MSNMPZ NITROPZ	4	USOSUEFF CAPCAFRU MSNMFRUT	1 -----

(Continúa)

CUADRO 4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE TIERRAS
POR TIPOS DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA

UNIDAD CARTO- GRÁFICA	MAÍZ TEMPORAL	LIMITANTE	PASTIZAL INDUCIDO	LIMITANTE	FRU- TÍCOLA	LIMITANTE FORESTAL	LIMITANTE
UC2D2-P10	3	NITROMFR	3	NITROPZ	4	NITROMFR RIEGO USOSUEFF MSNMFRUT	4 USOSUEFF
UC2D2-P11	4	NITROMFR PENDMAIZ	1	-----	4	NITROMFR PFSUEFRU RIEGO CAPCAFRU NITROMFR PENDFRUT RIEGO USOSUEFF	2 -----
UC2D2-P15	4	NITROMFR PENDMAIZ PFSUEMF RIESGOER	4	NITROPZ PFSUEPZ RIESGOER	4	CAPCAFRU MSNMFRUT NITROFRPF- SUEFRU RIEGO RIESGOER USOSUEFF	3 PFSUEMF
UC2D2-P21	4	MSNMMAIZ NITROMFR	1	-----	4	CAPCAFRU MSNMFRUT NITROMFR RIEGO	4 USOSUEFF
UC2D2-P33	3	NITROMFR	4	USOSUEPZ	4	CAPCAFRU NITROMFR PFSUEFRU RIEGO USOSUEFF	1 -----
UC2D2-P36	4	AGUADISP CAPCAMPZ	4	AGUADISP CAPCAMPZ	4	AGUADISP CAPCAFRU	3 PENDFORE

(Continúa)

CUADRO 4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE TIERRAS
POR TIPOS DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA

UNIDAD CARTO- GRÁFICA	MAÍZ TEMPORAL	LIMITANTE	PASTIZAL INDUCIDO	LIMITANTE	FRU- TÍCOLA	LIMITANTE FORESTAL	LIMITANTE
		NITROMFR		NITROPZ PENDPZ		NITROMFR PENDFRUT PFSUEFRU RIEGO USOSUEFF	
UC2D2-P37	3	NITROMFR	3	NITROPZ	4	CAPCAFRU NITROMFR RIEGO USOSUEFF	1 -----
UC2D3-P13	4	NITROMFR PENDMAIZ	3	MSNMPZ NITROPZ	4	MSNMFRUT NITROMFR PENDFRUT USOSUEFF	2 -----
UC2D3-P14	4	NITROMFR USOSUEM	4	MSNMPZ NITROPZ USOSUEPZ	4	NITROMFR RIEGO USOSUEFF	1 -----
UC2D3-P24	4	PEDREGMF PENDMAIZ	4	PENDPZ	4	CAPCAFRU PEDREGMF PENDFRUT RIEGO USOSUEFF	2 -----
UC2D3-P34	4	ESPCENMA NITROMFR	3	NITROPZ	4	ESPCENFR NITROMFR RIEGO USOSUEFF	2 -----
UC2D3-P35	4	NITROMFR	3	NITROPZ	4	CAPCAFRU NITROMFR RIEGO USOSUEFF	2 -----
UC3A1-P26	4	MSNMMAIZ PENDMAIZ	1	-----	4	MSNMFRUT PENDFRUT	4 USOSUEFF

(Continúa)

CUADRO 4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE TIERRAS
POR TIPOS DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA

UNIDAD CARTO- GRÁFICA	MAÍZ TEMPORAL	LIMITANTE	PASTIZAL INDUCIDO	LIMITANTE	FRU- TÍCOLA	LIMITANTE FORESTAL	LIMITANTE
UC3A1-P27	4	MSNMMAIZ	1	-----	4	MSNMFRUT PFSUEFRU RIEGO	4 USOSUEFF
UC3A1-P43	4	MSNMMAIZ	1	-----	4	MSNMFRUT	4 USOSUEFF
UC4A1-P2	4	NITROMFR PFSUEMF	4	MSNMPZ NITROPZ PFSUEPZ	4	CAPCAFRU NITROMFR PFSUEFRU RIEGO USOSUEFF	3 PFSUEMF PFSUEMF
UC4A1-P5	4	PFSUEMF	4	PFSUEPZ	4	PFSUEFRU	4 USOSUEFF
UC4A1-P9	3	NITROMFR	3	NITROPZ	4	MSNMFRUT NITROMFR PFSUEFRU RIEGO	4 USOSUEFF
UC4A1-P12	4	ESPCENMA NITROMFR PENDMAIZ	4	MSNMPZ NITROPZ PENDPZ	4	CAPCAFRU ESPCENFR NITROMFR PENDFRUT PFSUEFRU USOSUEFF	3 PENDFORE
UC4A1-P39	3	NITROMFR	3	NITROPZ	4	NITROMFR PFSUEFRU	4 USOSUEFF
UC4A2-P42	4	CONDHMFR MSNMMAIZ	1	----- NITROPZ	4	CONDHMFR MSNMFRUT RIEGO	4 USOSUEFF
UC5A1-P30	4	ESPCENMA NITROMFR	3		4	ESPCENFR NITROMFR RIEGO USOSUEFF	1 -----

Nota: 1= Muy apto, 2= Apto, 3= Moderada, 4= No apto.

AGRICULTURA MAICERA DE TEMPORAL

Los resultados nos muestran que poco más del 75% de la superficie comunal evaluada no presenta aptitud para el TUT en agricultura maicera de temporal, debido a las fuertes restricciones que imponen la NITROMFR, la PENDMAIZ, la MSNMMAIZ y la ESPCENMA. Además, las 11 variables que se consideraron se presentan como limitantes en alguna de las UC evaluadas.

Solamente el 24.9% de la superficie comunal evaluada presenta una aptitud moderada a la implementación del TUT considerado, lo que representa un total de 3,993 hectáreas. Presentando como principal limitante la disponibilidad de nitrógeno, la cual se puede corregir aplicando compuestos nitrogenados.

Los resultados obtenidos nos indican que la comunidad no es la mejor región para la producción comercial de maíz (la superficie destinada a la siembra del maíz no se ha incrementado desde 1974 a 1996 debido a que la productividad local no es muy buena, de 800 kg/ha a 1 ton/ha sin fertilizante y hasta 2 ton/ha con fertilizante, aunque la gente no acostumbra fertilizar las tierras). Pese a esto, la comunidad cuenta con aproximadamente 2,500 hectáreas con este TUT bajo la lógica de satisfacer las necesidades de consumo interno familiar, aunque de acuerdo con los resultados de la evaluación, la comunidad estaría en condiciones de incrementar 1,500 hectáreas más a la actividad agrícola.

Sin embargo, es una actividad relegada a las personas mayores, las cuales siembran su parcela de maíz para autoconsumo. El resto ha cambiado sus hábitos de trabajo y de consumo, prefiriendo comprar grano o harina de maíz que resulta más barato que sembrarlo (también recurren a la compra de tortilla de máquina), aquí habría que tomar en cuenta que las áreas agrícolas para el cultivo están distribuidas en parcelas de diversos tamaños bajo el régimen de apropiación particular, dichas parcelas se transfieren de padres a hijos mediante la herencia, sesión de derechos y ocasionalmente venta, siempre condicionados al aval de la comunidad.

INTRODUCCIÓN DE PASTIZALES PERENNES

Para este TUT se presenta una aptitud de muy apta a moderada en el 63.9% de la superficie evaluada de la comunidad. De esta superficie, 3,159 hectáreas presentan una aptitud muy apta y 7,099 hectáreas una aptitud moderada, esta última tiene como limitante la NITROPZ y la MSNMPZ.

El resto de la superficie (5,808 hectáreas) no presenta aptitud para la implantación de este TUT por las restricciones que le imprimen la PENDPZ, NITROPZ, USOSUEPZ y el RIESGOER, además de la PFSUEPZ, MSNMPZ; representa el 36.2% de la superficie comunal evaluada.

Aun cuando las tierras de la comunidad presentan una aptitud entre muy apta a moderada para la implementación de pastizales, esta actividad ha ido desapareciendo; hasta 1996 tan solo se aprovechaban 847 hectáreas lo que representa (de acuerdo con los resultados de la evaluación) el 8% de la superficie con aptitud para este TUT. Sin embargo, a nivel de comunidad existen algunas iniciativas para reactivar esta actividad mediante el establecimiento de praderas bajo el bosque, producción de ganado de engorda y pie de cría en praderas de pasto perenne.

FRUTICULTURA

La comunidad no es la mejor región para la implementación de la fruticultura, ya que ninguna de las UC evaluadas presentan aptitud para este TUT. Las 12 variables consideradas restringen la actividad, principalmente el RIEGO, NITOMFR, MSNMFRT, USOSUEF, CAPCAFRU, PFSUEFRU y PENDFRUT.

En la comunidad la actividad frutícola esta representada principalmente por huertas de aguacate y muy recientemente por huertas de durazno. Aun cuando los terrenos comunales no presentan aptitud para la práctica de la actividad frutícola, se pudo constatar que existe un interés por incursionar en tal actividad, ya que de 1974 a 1996 en promedio se han ido incorporando 81 ha/año. Esto significa que esos cultivos se encuentran en sitios en donde originalmente existían bosques templados.

FORESTAL

Los resultados de la evaluación de tierras muestran que la comunidad presenta 10,686 hectáreas con algún nivel de aptitud que va desde el muy apto hasta moderado pasando por apto, para la implementación del TUT forestal, representa el 66.5% de la superficie evaluada. De esta superficie, 4,310 hectáreas presentan una aptitud muy apta, 3,942 hectáreas apta y 2,434 hectáreas con aptitud moderada; las dos primeras sin ninguna limitante y la tercera presenta como limitantes la PENDFORE y PFSUEMF. Esta aptitud prácticamente se presenta en todas las subunidades geomorfológicas evaluadas a excepción de las laderas de piedemonte del cerro Tancitaro.

Si comparamos la superficie de la comunidad con aptitud forestal con la que usan actualmente tenemos que desde 1974 a 1996 se han aprovechado 10,524 ha (entre bosques cerrado y abierto) en promedio con dicha actividad. Por lo que prácticamente coinciden la aptitud de los terrenos comunales con el uso que se les esta dando. Lo cual se debe no al conocimiento de la aptitud de sus tierras sino a la labor de concientización y fortalecimiento de la cultura forestal que han generado por conservar y aprovechar su bosque mediante la aplicación del plan de manejo

El resto de la superficie (5,380 hectáreas) no tienen aptitud forestal, representa el 33.5% de la superficie comunal evaluada, la principal limitante que presenta es el USOSUEFF.

En el cuadro 5 se muestra cada UC evaluada con su nivel de aptitud y el esquema de manejo propuesto. Representa una primera orientación hacia las actividades productivas a realizarse en cada UC desde un punto de vista biofísico y con el sesgo conservacionista y de óptimo comercial utilizados durante la construcción de los modelos de evaluación (árboles de decisiones).

Del cuadro anterior podemos deducir que del total de las UC evaluadas solamente cuatro (UC2B1-P17, P18, P32 y UC4A1-P5) no presentan aptitud para la implementación de ninguno de los TUT evaluados, representan el 6.8% de la superficie comunal. El 21.3% de la superficie presenta una aptitud netamente forestal, y el 19.2% una aptitud pecuaria.

De acuerdo con la aptitud de los terrenos de la comunidad, estos se pueden manejar bajo los siguientes esquemas: el 22.9% de la superficie puede manejarse bajo el esquema silvopastoril, el 8.1% como silvoagropecuaria, el 4.9% como pastorilsilvícola, el 7.5% como agropastoril, y el 9.3% como silvoagropastoril.

Con estos resultados se sugiere profundizar en las siguientes líneas de acción en la planeación a mediano y largo plazo en el aprovechamiento de los recursos naturales: 1) optimizar con prácticas de manejo la producción maicera bajo un enfoque agroecológico para satisfacer el autoconsumo a nivel comunidad; 2) potenciar la producción pecuaria bajo un sistema de rotación de pastizales y hatos semi estabulados, que puede ser bajo un esquema silvopastoril, de praderas o de producción de forraje, y 3) fomentar la fruticultura en lugares aptos sin propiciar desmontes para las especies ya manejadas (aguacate y durazno) e introducir especies adaptadas a clima semifrío.

CUADRO 5. ESQUEMA DE MANEJO PROPUESTO PARA LAS UNIDADES
CARTOGRÁFICAS EVALUADAS EN LA CISJNP

UNIDAD CARTO- GRÁFICA	MAÍZ TEMPORAL	PASTIZAL INDUCIDO	FORESTAL	FRUTICULTURA	ESQUEMA DE MANEJO
UC1A1-P6	No apto	Muy apto	Moderadamente apto	No apto	Pastorilsilvícola
UC1A2-P8	No apto	No apto	Apto	No apto	Forestal
UC1A2-P22	No apto	No apto	Moderadamente apto	No apto	Forestal
UC1BA-P31	No apto	No apto	Apto	No apto	Forestal
UC2A1-P28	Moderada- mente apto	No apto	Apto	No apto	Silvoagrícola
UC2A2-P29	No apto	Muy apto	No apto	No apto	Pastizal
UC2B1-P16	No apto	Muy apto	No apto	No apto	Pastizal
UC2B1-P17	No apto	No apto	No apto	No apto	-----
UC2B1-P18	No apto	No apto	No apto	No apto	-----
UC2B1-P19	Moderada- mente apto	No apto	Moderadamente apto	No apto	Silvoagrícola
UC2B1-P20	No apto	Muy apto	Apto	No apto	Pastisilvícola
UC2B1-P23	No apto	Muy apto	No apto	No apto	Pastizal
UC2B1-P25	No apto	Moderadamente apto	No apto	No apto	Pastizal
UC2B1-P32	No apto	No apto	No apto	No apto	-----
UC2B1-P44	Moderada- mente apto	Moderadamente apto	No apto	No apto	Agropastoril
UC2B1-P45	No apto	Moderadamente apto	No apto	No apto	Pastizal
UC2D1-P1	Moderada- mente apto	Moderadamente apto	Muy apto	No apto	Silvoagropastoril
UC2D1-P3	No apto	Moderadamente apto	No apto	No apto	Pastizal
UC2D1-P7	No apto	Moderadamente apto	Muy apto	No apto	Silvopastoril
UC2D1-P38	No apto	Moderadamente apto	Muy apto	No apto	Silvopastoril

(Continúa)

CUADRO 5. ESQUEMA DE MANEJO PROPUESTO PARA LAS UNIDADES
CARTOGRÁFICAS EVALUADAS EN LA CISJNP

UNIDAD CARTO- GRÁFICA	MAÍZ TEMPORAL	PASTIZAL INDUCIDO	FORESTAL	FRUTICULTURA	ESQUEMA DE MANEJO
UC2D1-P40	Moderada- mente apto	Moderada- mente apto	Muy apto	No apto	Silvoagropastoril
UC2D1-P41	No apto	Moderada- mente apto	Muy apto	No apto	Silvopastoril
UC2D2-P10	Moderada- mente apto	Moderada- mente apto	No apto	No apto	Agropastoril
UC2D2-P11	No apto	Muy apto	Apto	No apto	Pastoril-silvícola
UC2D2-P15	No apto	No apto	Moderadamente apto	No apto	Forestal
UC2D2-P21	No apto	Muy apto	No apto	No apto	Pastizal
UC2D2-P33	Moderada- mente apto	No apto	Muy apto No apto	No apto	Silvoagropecuaria
UC2D2-P36	No apto	No apto	Moderadamente apto	No apto	Forestal
UC2D2-P37	Moderada- mente apto	Moderada- mente apto	Muy apto Moderadamente apto	No apto	Silvoagropastoril
UC2D3-P13	No apto	Moderada- mente apto	Apto	No apto	Silvopastoril
UC2D3-P14	No apto	No apto	Muy apto	No apto	Forestal
UC2D3-P24	No apto	No apto	Apto	No apto	Forestal
UC2D3-P34	No apto	Moderada- mente apto	Apto	No apto	Silvopastoril
UC2D3-P35	No apto	Moderada- mente apto	Apto	No apto	Silvopastoril
UC3A1-P26	No apto	Muy apto	No apto	No apto	Pastizal
UC3A1-P27	No apto	Muy apto	No apto	No apto	Pastizal
UC3A1-P43	No apto	Muy apto	No apto	No apto	Pastizal
UC4A1-P2	No apto	No apto	Moderadamente apto	No apto	Forestal

(Continúa)

CUADRO 5. ESQUEMA DE MANEJO PROPUESTO PARA LAS UNIDADES
CARTOGRÁFICAS EVALUADAS EN LA CISJNP

UNIDAD CARTO- GRÁFICA	MAÍZ TEMPORAL	PASTIZAL INDUCIDO	FORESTAL	FRUTICULTURA	ESQUEMA DE MANEJO
UC4A1-P5	No apto	No apto	No apto	No apto	-----
UC4A1-P9	Moderada- mente apto	Moderada- mente apto	No apto	No apto	Agropastoril
UC4A1-P12	No apto	No apto	Moderadamen- te apto	No apto	Forestal
UC4A1-P39	Moderada- mente apto	Moderada- mente apto	No apto	No apto	Agropastoril
UC4A2-P42	No apto	Muy apto	No apto	No apto	Pastizal
UC5A1-P30	No apto	Moderada- mente apto	Muy apto	No apto	Silvopastoril

CONCLUSIONES

- . Se evaluaron cuatro TUT (Agricultura maicera de temporal, introducción de pastizales perennes, fruticultura y forestal) en el 88% de la superficie comunal, a partir de 44 unidades cartográficas y 12 variables. No evaluándose la superficie con lavas.
- . Los resultados de la evaluación de tierras en términos generales muestran una aptitud «natural» de la comunidad de Nuevo San Juan para el uso forestal y pecuario, manejado en un sistema integrado que vincule el uso forestal, manejo de pastizales y la agricultura maicera de temporal con descanso.
- . La comunidad de San Juan presentan muy poca superficie con aptitud para la implementación de maíz de temporal debido a las fuertes restricciones que imperan como las fuertes pendientes, la altitud de los terrenos, la densa capa de cenizas producto de la actividad volcánica que caracteriza a la región, entre otras.
- . La opción que parece ser más adecuada en términos biofísicos sobre el territorio de la comunidad es la combinación de los TUT forestal

e introducción de pastizales. Más del 60% de la superficie evaluada presenta una aptitud de muy apta a moderada para estos TUT.

- . Los terrenos de la comunidad no presentan aptitud para la implementación del TUT frutícola debido a la fuerte restricción que ejerce la falta de un sistema de riego; sin embargo, aunque el modelo de evaluación propuesto tiene un sesgo hacia la conservación de la vegetación forestal existente y de no sustituirla con plantaciones frutícolas, esta es una actividad que en los últimos años ha tenido un crecimiento acelerado.
- . Se propone que la superficie comunal pueda ser manejada bajo los siguientes esquema: el 21% como silvopastoril, el 9% como silvoagropastoril, el 8% como agropastoril y 7% como pastorilsilvícola.
- . Existe una posibilidad real de diversificación de usos del suelo en la comunidad, posibilidad que incluye usos no maderables del bosque, introducción de frutales, mejoramiento de la producción pecuaria bajo esquemas silvopastoriles con manejo de pastizales y por último, la diversificación de la producción agrícola bajo una perspectiva de consumo interno, que involucre secuencias de asociaciones de cultivos.
- . Los resultados de la evaluación de aptitudes pueden confrontarse con el uso actual del suelo para cada unidad cartográfica (UC) evaluada, con el propósito de detectar conflictos existentes en el uso del suelo dentro de cada UC de la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Baca del Moral, J. 1992. Los recursos naturales en la agricultura: algunas reflexiones. En: Jorge Duch *et al.* (comp.). *Estudio de los recursos naturales para la agricultura en el sistema de Centros Regionales*. Memorias. UACH-Centros Regionales. México. Pp 53-59.
- Bocco, G. y M.A. Ortiz 1994. Definición de unidades espaciales para el ordenamiento ecológico. *Jaina* 5 (1): 8-9.
- Bocco, G., A. Velázquez, A. Torres y C. Siebe 1997. Geomorfología y manejo sustentable de los recursos naturales en comunidades indígenas. El caso de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. En preparación.
- FAO 1988. *Soil map of the world. Revised legend*. FAO. Rome.
- 1984. *Land evaluation for forestry*. Forestry Papers No. 48. FAO, Roma.
- 1976. *Guías para la evaluación de tierras*. Boletín de Suelos de la FAO No. 32, Roma.
- Lambin, Eric F., B.L. Turner, Helmut J. Geist, Samuel B. Agbola, Arild Angelsen, John W. Bruce, Oliver T. Coomes, Rodolfo Dirzo, Gunther Fischer, Carl

- Folke, P.S. George, Katherine Homewood, Jacques Imbernon, Rik Leemans, Xiubin Li, Emilio F. Moran, Michael Mortimore, P.S. Ramakrishnan, John F. Richards, Helle Skanes, Will Steffen, Glenn D. Stone, Uno Svedin, Tom A. Veldkamp, Coleen Vogel y Jianchu Xu 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change* 11: 261-269.
- Lemus, O. 1995. Propuestas para el mejoramiento de dos agroecosistemas tipo en la región Purhépecha, Michoacán. Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Agrícola. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Rosete, F. 1998. Diseño de Base de Datos para su aplicación en la Evaluación de Tierras de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Tesis de Maestría en Conservación y Manejo de Recursos Naturales. (Especialidad en Manejo de Recursos Terrestres). Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.
- 1997. Definición de medios ecodinámicos en la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México, a partir de imágenes Landsat y cartografía digital. *Revista Biológicas* (en revisión).
- Rossiter, D. G., A. Jiménez y A. Van 1995. *Sistema automatizado para la evaluación de tierras, ALES. Manual para usuarios*. Versión 4.5 en español. Cornell University, Department of Soil, Crop & Atmospheric Sciences. Ithaca, NY EE.UU.
- Siebe, C. y G. Bocco 1997. Estudio morfoedafológico en la comunidad de Nuevo San Juan. Manuscrito en preparación.
- Siebe, C., R. Jahn y K. Stahr 1995. *Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo*. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Institut für Bodenkun de und Standortslehre, Universidad de Hohenheim, Alemania.
- Torres, A. 2002. Biodiversidad de mamíferos y fragmentos en la comunidad indígena de Nuevo San Juan. Tesis de maestría en Ciencias (en preparación). Facultad de Ciencias, UNAM.
- Velázquez, J. A. 1993. Landscape ecology of Tlaloc and Pelado volcanes, México. Tesis doctoral. Universidad de Amsterdam.
- Velázquez, A., J. F. Mas, J. R. Díaz-Gallegos, R. Mayorga-Saucedo, P. C. Alcántara, R. Castro., T. Fernández, G. Bocco y J. L. Palacio 2002. Patrones y tasas de cambio del uso del suelo en México. *Gaceta ecológica* 62: 21-37.
- Verstappen, H. 1984. *Applied geomorphology*. Elsevier, Amsterdam.
- Van Zuidam, R. y F.I. van Zuidam. 1985. *Terrain analysis*. ITC, Holanda.
- Zonneveld, I.H. 1979. *Land evaluation and landscape science*. ITC, Holanda.

VEINTIUNO

Contribución al plan de manejo forestal de la comunidad

*Gonzalo Cortés, Alejandro Velázquez,
Alejandro Torres y Gerardo Bocco*

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de una producción sustentable en los bosques ha provocado cambios significativos en las prácticas de manejo forestal. Ahora es importante no solamente la obtención de madera, sino también la producción de agua, tanto en calidad como en cantidad, la oferta de recreación, el impacto ambiental de las operaciones de extracción de madera, la conservación de la biodiversidad, la relación de los bosques con otros recursos, etc. Por tal motivo es necesario integrar herramientas que permitan al administrador forestal identificar y considerar factores diversos simultáneamente en el espacio y en el tiempo. Esto se requiere para poder analizar problemas relacionados con el uso de los bosques, como los niveles de producción de madera y otros bienes así como las actividades silvícolas que permitan mantener la integridad funcional de los ecosistemas arbolados.

El aprovechamiento forestal ha sido y será el principal insumo que da vida económica y social a la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro. Cada diez años la actividad de la dirección técnica forestal se compromete llevar a cabo un estudio minucioso del potencial forestal de sus bosques. Esta actividad genera una gran cantidad de datos que en su conjunto conforman el plan de manejo forestal (PMF). Es el documento que se somete para su aprobación a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Una vez aprobado se delega

a la propia dirección técnica de la comunidad la tarea de ejecutar el aprovechamiento de cada una de las diez anualidades programadas.

La solicitud expresa de la comunidad hacia la UNAM consistió en ampliar el abanico de posibilidades de uso de los recursos naturales de la comunidad, a través del fortalecimiento del PMF. Bajo este esquema, una de las tareas sustantivas del grupo de investigación fue la colaboración en el diseño, ejecución y capacitación de un PMF. La tecnología de punta como imágenes de satélite, sistemas de información geográfica y diseños computarizados de captura, manejo y análisis de la información fueron utilizados para cubrir dicha tarea. En este capítulo se da un perfil técnico de las tareas llevadas a cabo de manera conjunta para lograr la autorización del PMF vigente. El inventario forestal es el instrumento técnico operativo que facilita la conformación del PMF y es ahí donde se contribuyó de manera profunda.

Los inventarios forestales son el conjunto de base de datos Dentro-Epidométricos, Ecológicos y Silvícolas sobre las cuales se emiten juicios para proteger, conservar y aprovechar los recursos forestales. El manejo del bosque depende en gran medida del inventario que se efectúe y la información que se derive de él. Esto exige una planeación cuidadosa ya que se invierten cantidades considerables de recursos económicos y porque se requiere conocer de antemano la información que se registrará, la intensidad y diseño de muestreo, los mecanismos de análisis y la transformación en ciclos o cortas con expresión espacio-temporal. La calidad y cantidad de información compilada en este estudio fueron determinadas por los objetivos del manejo deseables. Entre estos se destacó la visión integral de aprovechamiento del bosque dando peso proporcional a datos de características de laderas y suelos para cada uno de los sitios que tipificarían a cada rodal y subrodal.

EL PLAN DE MANEJO FORESTAL DE LA CINSJP

Los objetivos que persigue el PMF son de diversa índole. Entre estos destacan los de corte económico, técnico y ambiental. Para el PMF de la CINSJP se consideró necesario hacer un listado de los diversos objetivos y los más relevantes se muestran a continuación.

Socioeconómicos

1. Lograr mediante la aplicación del programa de manejo la generación de bienes tangibles e intangibles para los poseedores del recurso y la

sociedad, al establecer una relación equilibrada entre la producción y la productividad del bosque y la demanda de bienes y servicios de la sociedad.

2. Desarrollo de programas alternativos a la actividad forestal, diversificando las actividades productivas y optimizando el manejo de los recursos naturales.

Técnico-silvícolas

3. Manejar el bosque con base en el Método de Desarrollo Silvícola (MDS), para captar al máximo el potencial productivo del suelo a través de la aplicación de técnicas silvícolas adecuadas para cada condición del bosque.
4. Garantizar la conservación del recurso forestal, obteniendo mediante su manejo una producción continua de bienes y servicios, en beneficio de la sociedad en general.

Ambientales

5. Manejo y conservación de la biodiversidad; establecimiento de medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales potenciales.
6. Regulación del régimen hidrológico en los principales cauces y manantiales de la región a través del control de áreas de protección.
7. Asegurar en cantidad, calidad y distribución los hábitat requeridos por la fauna mayor en sus diferentes etapas serales.
8. Restablecer los niveles de composición florística acorde a la condición de la vegetación original.

Para tales fines fue necesario llevar a cabo el inventario de los recursos forestales. Antes de iniciar el inventario se definieron dos aspectos: la delimitación de los rodales y subrodales y el sistema de muestreo. El primero se basó en la fotointerpretación de fotografías aéreas pancromáticas a escala 1:10,000. Esta parte fue desarrollada principalmente por el personal técnico de la comunidad, previo a un curso de capacitación impartido por académicos de la UNAM. El sistema o diseño de muestreo incluyó la forma y tamaño de los sitios; el tamaño de la muestra y su distribución; los formatos de campo, los materiales y equipo necesarios para el levantamiento de los datos así como el análisis que se le dio a la información. Se utilizó un sistema de muestreo sistemático, con líneas equidistantes de 200 m y 100 m entre sitios de forma circular de 0.1 ha. Este tipo de muestreo es ampliamente utilizado y para su trazo sólo se requiere de

una brújula y cinta o cable para seguir los cadenamientos; permite contar con una cuadrícula tanto en el campo como en gabinete. Por su facilidad de instalar, se emplearon sitios circulares comúnmente usados en inventarios de bosques. La intensidad utilizada fue del 5%, por ser lo recomendable para estudios sin un muestreo. Esto implicó la selección de aproximadamente 5,000 sitios para el levantamiento de la información.

En cada sitio se tomó la siguiente información: número del sitio, localidad, municipio, regeneración (excelente, buena, regular, mala y nula), exposición, altitud, pendiente, número de formato, fecha, levantó, tipo de rodal y calidad de estación. Cada árbol fue tomado como una observación con las siguientes variables: especie, diámetro normal (en categorías diamétricas de 15 cm, grosor de corteza (mm), estrato, altura total (m), altura de fuste limpio. Incremento de los últimos 10 años (mm), tiempo de paso (No. de años en 2.5 cm), edad (años), síntoma (enfermedad o plaga), daños físicos y caras resinadas para los pinos.

En la actualidad, los modelos matemáticos son una de las herramientas analíticas más socorridas para la generación de conocimiento en el estudio del crecimiento, reproducción y rendimiento de masas forestales sujetas o no a un régimen de cultivo. La diversidad de modelos en cuanto a su estructura, componentes, construcción y propósitos de utilización, es debida a que el crecimiento y la reproducción son procesos complejos y por tanto han justificado gran número de proyectos de investigación.

Existe poca información en México en el área operativa, acerca de los efectos ocasionados a los bosques templados por el aprovechamiento maderable. La búsqueda de una producción sostenible requiere del conocimiento profundo sobre la dinámica espacio-temporal de los bosques. Es necesario identificar los atributos indicativos de las tasas de producción, reclutamiento y crecimiento de los bosques, así como sus rendimientos y algunos otros factores que auxilien en la prescripción de tratamientos silvícolas y su relación con el volumen del recurso (suelo, clima, agua, fauna, vegetación, entre otros). Lo anterior orientado hacia estrategias de manejo que faciliten tomar decisiones objetivas que conduzcan al bosque hacia un estado organizacional apropiado, tanto en el corto como a largo plazo. Previo a la toma de información se efectuó un reconocimiento del área de trabajo, a fin de tener un conocimiento más profundo de las especies de interés, con el propósito de recabar la información de la manera más precisa. Mediante recorridos se señaló la distribu-

ción de las especies, su abundancia, delimitación de las áreas por calidad de estación de manera cualitativa, los mejores incrementos en altura y diámetro, la calidad del arbolado y la accesibilidad.

Las tablas de volumen son una de las principales herramientas de las que se vale el silvicultor a fin de realizar el manejo forestal. La estimación del volumen total con corteza, sin corteza, comercial, de fuste limpio, etcétera, permite estimar de manera precisa la posibilidad real en las unidades deseadas (metros cúbicos, pies tabla o unidades de peso). Entre más precisa sea la cuantificación de los recursos, menor será la incertidumbre en la toma de decisiones sobre como intervenir los recursos. El volumen de los árboles muestra se obtuvo mediante mediciones directas e indirectas. La primera, de árboles que se derribaron durante aprovechamientos así como a los árboles derribados para análisis troncales, en la región. De manera indirecta se midieron algunos árboles con tele-*relascopio* de Biterlich.

Teóricamente el número de árboles que se requiere para obtener una ecuación estadísticamente aceptable aumenta con la amplitud de variación del diámetro y de la altura; este autor en sus estudios de investigación encontró que el número mínimo aconsejable por categoría diamétrica y de altura es de 10 árboles. En estudios previos de investigación sobre tamaño de muestra para tablas de volúmenes, Lares (1994), encontró que son necesarios entre 54 y 59 árboles. Por lo que en éste trabajo se tomó un número de 60 como tamaño de muestra.

Una vez cubicados los árboles y con las "n" tripletas de diámetro, altura y volumen por especie, *Pinus pseudostrobus*, *P. montezumae*, *Abies religiosa* y *Quercus* spp. se procedió a realizar un análisis de regresión múltiple, mediante el uso de SAS (Statistical Analysis System 1998), para los siguientes modelos: Schumacher, Variable combinada y Korsun.

Para elegir el modelo de mejor ajuste a las observaciones, es decir el que mejor se adaptó al comportamiento de la relación del volumen en función del diámetro y la altura, se usaron los criterios establecidos por el análisis de regresión; coeficiente de determinación, el error estándar de estimación, el cuadrado medio del error y el análisis de residuales. Con base en el coeficiente de determinación los tres modelos tienen ajuste aceptable para las especies en tratamiento. Sin embargo para elegir el mejor se tomó en cuenta, los residuales, el cuadrado medio del error y el tamaño de la F calculada. Después de considerar lo anterior, el modelo estadísticamente más robusto fue el de la variable combinada, obteniéndose las siguientes ecuaciones por especie.

$$V = \hat{a}_1 (D^2 A)^{\hat{a}_2} + E$$

Donde:

V = volumen

D = diámetro normal

A = altura total

\hat{a}_1 \hat{a}_2 \hat{a}_3 = parámetros a ser ajustados

E = error

Los modelos fueron ajustados a una función lineal por logaritmos quedando de la siguiente forma:

Variable combinada	$\log V = \log \hat{a}_1 + \hat{a}_2 \log (D^2 A)^{\hat{a}_2} + E$
<i>P. pseudostrobus</i>	$\log V = \log - 0.9299 + 0.9784(D^2 A)$
<i>P. montezumae</i>	$\log V = \log - 0.9197 + 0.9535(D^2 A)$
<i>Abies religiosa</i>	$\log V = \log - 0.9691 + 0.8219(D^2 A)$
<i>Quercus</i> spp.	$\log V = \log - 0.9292 + 1.0173(D^2 A)$
<i>Cupressus lindleyi</i>	$\log V = \log - 0.8834 + 1.0072(D^2 A)$

Los resultados se presentan en cuadros de dos entradas, diámetro normal y altura. La primer variable se hizo de 5 en 5 cm y para la segunda de 5 en 5 m y de 2 en 2 m. La variable dependiente se reportó en m³ con aproximación a dm³.

La evaluación de crecimiento de árboles y rodales es el elemento clave en el manejo forestal, porque en dasonomía las técnicas de producción dependen de la utilización y control sistemático de los procesos de desarrollo, de modo tal, que el incremento en valor económico y/o social de estos sea más rápido que el interés acumulado del costo. Toda operación de aprovechamiento, disminuye las masas en mayor o menor grado, una tasa demasiado elevada traerá como consecuencia final la liquidación, una tasa reducida puede privar a la comunidad de recursos y bienes inmediatos y reducir el potencial de crecimiento.

Para el presente estudio se construyeron los modelos de crecimiento en altura, que se utilizaron para calificar los rodales mediante el índice de sitio (IS), diámetro normal, área basal y volumen; obtenidos de análisis troncales de las especies de *Pinus pseudostrobus* y *P. montezumae*. Para *Abies religiosa* solamente se elaboró el modelo en altura, por contar solamente con información de edad–altura. En el ajuste de las curvas se probaron los modelos: Schumacher, Chapman – Richards y el de la Fun-

ción de probabilidad de densidad acumulativa de Weibull. Para las técnicas de la curva guía y de la diferencia algebraica en sus formas anamórfica y polimórfica, a una Edad Base (EB) de 50 años, se usaron técnicas por regresión no lineal, utilizando el paquete de cómputo Statical Analysis System (SAS 1997), mediante el procedimiento no lineal (NLIN) con el método DUD (no uso de derivadas).

Para la elección del mejor modelo se consideraron los siguientes criterios: a) r^2 o pseudo r^2 alto (cerca a 1); b) S^2 o σ^2 cuadrado medio del error bajo; c) coeficientes de regresión significativos (diferentes de cero); d) dispersión de los residuales sin ninguna tendencia no aleatoria (que fluctúen alrededor de cero), y e) consideraciones particulares (interpretación biológica). La información fue sometida a pruebas de normalidad de los errores, de heterocedasticidad, de autocorrelación y de multicolinealidad para garantizar el cumplimiento de los supuestos de regresión y que las predicciones que se realicen sean lo más acertadas posible.

En el presente trabajo, el análisis estadístico de los modelos de crecimiento de las cuatro variables estudiadas, mostró que los modelos polimórficos son los que proporcionan mejores ajustes y de estos el de Schumacher fue el adoptado. Estas ecuaciones proporcionan rangos más reducidos en los intervalos asintóticos de confianza, coincidiendo con lo especificado por Rawat *et al.* (1973) y Aguirre (1987). El incremento corriente anual (ICA) se derivó de los modelos de crecimiento (primer derivada), y el incremento medio anual (IMA) se obtuvo dividiendo la ecuación resultante entre la edad, como se muestra a continuación; los resultados se presentan en los cuadros 1 y 2.

Donde:

Y_1 = Altura, diámetro, área basal o volumen primer medida.

Y_2 = Altura, diámetro, área basal o volumen segunda medición.

IY = Índice de sitio (variable)

EB = Edad base (50 años)

E1 = Edad de la primera medición

E2 = Edad de la segunda medición

$\hat{A}_1 \hat{A}_2 \hat{A}_3$ = Parámetros de regresión

ó = derivada parcial

La calidad de sitio o calidad de estación se caracteriza por manifestar de manera indirecta los factores climáticos, edáficos y bióticos que influ-

yen en la capacidad productiva del bosque. Esta característica la convierte en una herramienta básica en el manejo forestal. Con ella, el silvicultor toma decisiones válidas para manejar los rodales destinados a la producción de madera. Esta puede ser estimada mediante el índice de sitio (IS). Con el IS se obtienen las curvas de crecimiento para conocer la altura que alcanzará un árbol a la edad determinada o edad base (EB). Este método ha sido aceptado por su sencillez y la correlación positiva que ofrece el crecimiento en altura con el potencial de producción en volumen, que es un buen indicador de la productividad.

CUADRO 1. RESUMEN DE LOS ANÁLISIS DE REGRESIÓN NO LINEAL A PARES DE OBSERVACIONES ALTURA (EDAD, DIÁMETRO-EDAD, ÁREA BASAL-EDAD Y VOLUMEN) EDAD DE *PINUS PSEUDOSTROBUS* MEDIANTE EL MODELO POLIMÓRFICO DE SCHUMACHER POR DIFERENCIA ALGEBRAICA

VARIABLE	G.L.	SUM CUA. RESIDUAL	\hat{A}_1	CV \hat{A}_2	INT CON INF SUP	PSEU R ²	F CALC
Altura (IS)	153	440.96	57.42	1.8155.47	59.47	0.964	60202
Diámetro	144	1 455.54	94.82	2.3890.35	99.29	0.960	38370
Área basal	137	0.672	0.79	4.300.726	0.860	0.967	16052
Volumen	1141	13.66	21.69	4.1319.92	23.46	0.978	20941

El área mínima de manejo considerada para el presente estudio de caso es el rodal, por lo que los cálculos de los datos del inventario se refieren básicamente al rodal a través de la estimación de la hectárea tipo. Estos cálculos son: Existencias reales totales (ERT), incremento corriente anual (ICA), incremento medio anual (IMA), volumen de corta (VC), y distribución de productos entre otros. Se tomaron los datos básicos por subrodal, mismos que en forma especial, se procesan para ir obteniendo los indicadores epidométricos.

El crecimiento de los árboles está regulado por factores ambientales que a su vez están interrelacionados con la herencia, con el tiempo y con otros elementos que alteran su comportamiento. Estimar el incremento

CUADRO 2. CARACTERÍSTICAS DENDRO-EPIDOMÉTRICAS DEL SUBRODAL
1 *P. PSEUDOSTROBUS*

DIAM.	ALT.	EDAD	TVOL	ICA	IMA	No. ARB.	VOLT	ICAT	IMAT
15	2.00	14	0.111	0.044	0.008	2.00	0.221	0.088	0.016
20	15.00	17	0.242	0.069	0.014	4.00	0.966	0.277	0.057
25	20.00	19	0.496	0.084	0.026	3.00	1.487	0.251	0.078
30	23.61	22	0.833	0.101	0.038	6.00	4.998	0.605	0.227
35	25.00	25	1.191	0.112	0.048	4.00	4.765	0.449	0.191
40	26.47	30	1.636	0.122	0.055	6.00	9.814	0.730	0.327
45	26.00	35	2.024	0.123	0.058	4.00	8.096	0.491	0.231
50	31.67	41	3.017	0.118	0.074	4.00	12.068	0.473	0.294
55	27.50	50	3.167	0.106	0.063	1.00	3.167	0.106	0.063
60	32.14	60	4.373	0.092	0.073	3.00	13.119	0.277	0.219
65	32.50	72	5.171	0.077	0.072	3.00	15.512	0.231	0.215
70	31.67	84	5.828	0.065	0.069	3.00	17.483	0.194	0.218
75	35.00	92	7.357	0.058	0.080	1.00	7.357	0.058	0.080
							99.053	4.231	2.207

ICA = 4.231 m³/ha/año. ICA = 43%. IC = 34% de las existencias reales.

real para cada árbol, por lo tanto, es difícil y a veces imposible. Las metodologías comúnmente utilizadas en la evaluación del incremento son meramente estimativas (Zepeda 1983). El incremento puede ser determinado mediante métodos desarrollados especialmente para aplicarse a árboles que forman anillos anuales de crecimiento radial, con los que se estima, proyecta y predice el incremento de los árboles y la producción de las masas. Mediciones únicas con datos de cilindros de madera (taladro de Pressler), análisis troncales, parcelas temporales sucesivas escalonadas y utilizando información de árboles y parcelas permanentes de medición. En nuestro país lo más común es hacerlo con los cilindros obtenidos con taladro de "Pressler", aunque los valores que se obtienen no son los más adecuados por estar propenso a cometer nume-

rosos errores en la medición o conteo en el lugar de su obtención, o por razón de que los anillos no son completamente circulares o cuando se presentan fenómenos que afectan negativamente su fisiología, presentándose falsos anillos, por lo que se recomienda hacerlo mediante análisis de troncales (Villa 1963).

Partiendo del supuesto que después de practicar un aprovechamiento, el arbolado se dejará en condiciones generales igual a las del árbol en que se midió su incremento. Esto es: el bosque se dejará en reducidas condiciones de competencia. Por lo tanto, la información proveniente de dicho árbol puede extrapolarse el nivel de masa (rodal) entera en condiciones residuales (Cano 1985). Hay que tener bien claro que, una condición mínima que da idea de un aprovechamiento forestal sustentable, es que si no se altera la productividad se puede aprovechar tanto como crece el bosque, sea en intervenciones anuales o periódicas. Dicho de otra forma, la posibilidad con fines de sustentabilidad, y dado que se quiere mantener el bosque tan productivo como es hoy, la posibilidad debe ser igual al incremento extraído cada año o dejando que se acumule para el siguiente. Entendiéndose que la posibilidad es el volumen de madera que se puede cortar cada año para que al final del período el bosque quede normal (Ramírez y Romahn 1998).

El símil que generalmente se utiliza para explicar este concepto es el de una cuenta de ahorros. El recurso X es el capital invertido, la función $\dot{A}/\dot{A}t = r$ es la tasa de interés en el intervalo $\dot{A}t$ y el producto $C = rX$ es la cantidad neta ganada en el intervalo. Si de esta cuenta bancaria solamente retiramos para gastar esta última cantidad, es decir, el producto de los intereses, sin tocar el capital, el beneficio de nuestros ahorros podrá ser cosechado indefinidamente (Franco 1997).

Con fundamento en lo expuesto, y dado que para el presente estudio de caso se cuenta con los modelos de crecimiento en altura, diámetro, área basal y volumen y los de las tablas de volúmenes por especie; para la estimación de existencias reales e incremento, se realizó una base de datos con 180 sitios circulares de 0.1 ha, los cuales se ordenaron en cinco subrodales, de manera tradicional por su composición, calidad de estación y cobertura (Pqlll3). A la base de datos, fue necesario crearle la columna de edad para las especies de pino, estimadas a partir del modelo de crecimiento en diámetro. El análisis fue realizado mediante un programa de cómputo para el paquete de Statistical Analysis System (SAS), al cual se le integraron los modelos citados y la primer derivada de los modelos de crecimiento en volumen, por ser esta el ICA. Los cálculos

fueron realizados por categoría diamétrica; para el caso de *Abies religiosa* se utilizó el método de Loetsch (Villa 1963) con los que se obtuvo la hectárea tipo, como se muestra a continuación; la intensidad de corta (IC) se calculó con base en la siguiente fórmula.

Fórmula

$$IC = 1 - (1/P * cc) * 100$$

Donde:

IC = Intensidad de corta en %

P = ICA en volumen %

cc = ciclo de corta (10 años)

El plan de manejo forestal (PMF) tiene el propósito de favorecer el establecimiento y crecimiento de las especies que tengan mejores características comerciales y silvícolas, al implementar los tratamientos silvícolas más adecuados con el fin de transformar las estructuras deficitarias tanto de los rodales arbolados aprovechables como de los no aprovechables. Las estructuras deficitarias se han formado, en la mayoría de los casos, por el mal manejo y la aplicación inadecuada del sistema de selección. Aunque este sistema puede ser el apropiado en algunos casos de especies de sombra, y con algunas modificaciones (selección en grupos para especies de luz, en áreas con restricciones de manejo).

Los cálculos de la posibilidad se hicieron para fines operativos, conviene tomar en cuenta la dominancia o las mezclas de las especies en el rodal al momento de aplicar los tratamientos, en este caso se recurrió al apoyo del plano de rodalización.

La especie *Pinus pseudostrobus* es la conífera más abundante en el predio a manejar: también es la más importante desde el punto de vista económico y, por lo tanto, muchas recomendaciones y actividades giran en torno al aprovechamiento de la misma. Esta especie se regenera en forma natural por semillación; se supone que sus ciclos tienen un intervalo de 4 a 5 años. Pertenece al grupo de las especies consideradas como intolerantes o que crecen y se desarrollan mejor bajo la luz directa del sol. Ha sido tratada bajo los sistemas silvícolas de selección, cortas sucesivas, árboles padres y matarraza, notándose algunos problemas para el desarrollo de la regeneración al aplicar cortas de selección individuales, más no si es por grupos, por lo que puede considerár-

sele apta para cualquier intervención silvícola de las antes citadas (Manzanilla 1997). Debido a sus propiedades de desarrollo y a las necesidades de operación silvícola requeridas en la actualidad, se considera pertinente tratarla bajo el sistema de bosque coetáneo regular en superficies relativamente pequeñas que en conjunto constituyan un bosque irregular e incoetáneo. Este sistema incluye las cortas intermedias o aclareos, la corta preparatoria y la corta final o de regeneración mediante árboles padres seguida de la corta de liberación. Las cortas se definieron de acuerdo con la situación fisiográfica y ecológica del lugar o rodal, tomando en cuenta las características de pendiente, grado de erosión, tipo de suelo y exposición geográfica, además de las restricciones establecidas por las autoridades.

El *Pinus montezumae* ocupa el tercer lugar en abundancia de las coníferas, sin embargo, puede considerarse la segunda especie en importancia desde el punto de vista económico, porque es de doble propósito (buena productora de resina y madera de mediana calidad) además presenta patrones de crecimiento similares a los de *P. pseudostrobus* pero de menores tallas. Generalmente se encuentra en masas mezcladas, esta especie también es considerada como intolerante a la sombra y se presenta en rodales regulares y coetáneos. En términos generales son aplicables las mismas recomendaciones de tratamientos silvícolas que para *P. pseudostrobus*.

El período propuesto como vigencia de este programa de manejo forestal es de diez años, con diez intervenciones, periodo en el cual terminará el tercer ciclo de corta (1997- 2007), para el predio de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro. Las actividades relativas a la protección contra agentes dañinos, será permanente, así como las inherentes al fomento, evaluación y manejo de la repoblación natural tendrán especial importancia, al igual que la conservación de la biodiversidad.

El resultado final fue la autorización del aprovechamiento forestal de la CINSJP (oficio No. MICH/003/2471/97 de fecha 28 de octubre de 1997). Adjunto a esta autorización la CINSJP fue sujeta a una inspección por parte del Consejo Silvícola Mundial para certificar el manejo forestal realizado. La nueva dimensión del PMF con esquemas de usos alternos como manejo y conservación de fauna, flora y fuentes paralelas de ingresos derivadas del ecoturismo sirvieron como catalizador para ser acreditados con la certificación verde.

BENEFICIOS ADICIONALES

La Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro ha dado la pauta en lo que ha manejo forestal comunitario se refiere, basado en una sólida organización, un eficiente aprovechamiento, conservación e incremento de sus recursos forestales, en adición con una industria rentable, permitiendo todo en su conjunto la generación de beneficios socioeconómicos significativos. Lo anterior se ha logrado a través de un gran esfuerzo, estableciendo fuertes bases que han permitido incorporar distintos componentes de la sustentabilidad, cumpliéndose con la componente social y económica que son la base para el manejo adecuado de los recursos, además del compromiso de la propia comunidad de mantener un bosque productivo a largo plazo.

En relación con el manejo sustentable, la comunidad indígena ha mantenido estrechamente e incrementado las relaciones de colaboración con instituciones de investigación para lograr la conservación biológica, e ir más allá de un simple cumplimiento de las normas regionales o nacionales, para buscar un real equilibrio entre la conservación de los ecosistemas, el aprovechamiento eficiente y rentable de los recursos y la generación de beneficios sociales, que es la base de un desarrollo sustentable que permite satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer la capacidad de lograr esto para las generaciones futuras. Lo anterior se logra a través de la aplicación del presente programa de manejo, considerando las interacciones de los recursos asociados y mitigar los impactos negativos que el aprovechamiento pudiera causar para mantenerlos en niveles socialmente deseables; captando además, la máxima capacidad de transformación que tiene el bosque, obteniendo la combinación más adecuada, en calidad y cantidad de bienes y servicios a corto, mediano y largo plazo, que represente la mejor combinación ecológica, social y económica para la comunidad (cuadros 3 al 6).

La regeneración de las coníferas será mediante semilla proveniente de los árboles dejados expresos para tal fin. Referente al encino y otras hojosas, estas se regeneran mediante brotes que emergen del tocón dejándose exclusivamente el mejor brote para su manejo. En virtud de lo anterior, se realizará el aprovechamiento forestal durante todo el año, cuidando de efectuar los tratamientos complementarios para favorecer la regeneración en las áreas para ese objetivo. Por su importancia silvícola y comercial maderable al menos 11 especies arbóreas presentan relevancia para su aprovechamiento, entre ellas destacan algunas del género

CUADRO 3. SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO GENERAL
DE LA CINSJP, MICHOACÁN

SUPERFICIE	HECTÁREAS
Arbolada	11,694.55
No arbolada	6,443.77
Total	18,138.32

CUADRO 4. USOS DEL SUELO PARA LA TOTALIDAD
DEL PREDIO GENERAL DE LA CINSJP

SUPERFICIE	HECTÁREAS
Arbolada total	10,879.78
Plantaciones forestales	814.77
Agrícola	2,217.28
Frutícola	2,122.25
Arbustiva	252.47
Con pastizal	34.68
Con arena	121.41
Con lava volcánica	1,684.60
Otros usos	11.18
Total del polígono general	18,138.32

CUADRO 5. SUPERFICIE PROPUESTA PARA LAS NUEVE ANUALIDADES
RESTANTES DE EXPLOTACIÓN FORESTAL

ANUALIDAD	SUPERFICIE					TOTAL
	SUPERFICIE APROVECHABLE	NO ARBOLADA	PLANTA- CIONES	CAMINOS	PROTEC- CIÓN	
2a.	755.533	112.80	75.58	10.400	54.38	1,008.693
3a.	1,002.058	92.93	180.24	11.317	13.76	1,300.305
4a.	1,243.720	935.79	173.88	15.471	102.79	2,474.651
5a.	613.937	262.92	43.87	7.450	46.22	974.397
6a.	669.350	303.23	23.12	8.370	63.93	1,068.000
7a.	939.419	230.76	16.37	10.812	53.09	1,250.451
8a.	735.078	90.34	15.83	8.722	16.05	866.020
9a.	736.367	276.82	-- 0 --	9.205	15.79	1,038.182
10a.	1,089.630	929.16	170.86	12.755	92.44	2,294.845
Total	7,788.092	3,234.75	699.750	94.502	458.45	12,275.544

CUADRO 6. DISTRIBUCIÓN DE LOS VOLÚMENES TOTALES PARA APROVECHAMIENTO,
A NIVEL DE GÉNEROS SE TRATA DE LA EXTRACCIÓN DE ESPECIES DE LOS GÉNEROS
PINUS (PINO), *ABIES* (OYAMEL), *QUERCUS* (ENCINO) Y OTRAS HOJOSAS

EXISTENCIAS REALES TOTALES DE LAS NUEVE ANUALIDADES	M ³ V.T.A.*
Pino	1,573,063.704
Oyamel	105,388.412
Encino	140,899.400
Otras hojosas	57,869.429
Total	1,877,220.945

*V.T.A. Volumen total anual.

Pinus, *Abies* y *Quercus*. Los hongos, que proliferan en la temporada de lluvias (e.g., *Amanita caesaria*, *Hypomyces lactifluorum*, *Lentinus lepideus*, *Ramaria flava* y *Cantharellus cibarius*), contribuyen en un momento dado, como agentes micorrizicos simbióticos en el desarrollo de las plántulas de pino. Existe además vegetación herbácea y arbustiva muy importante para fines medicinales, tal es el caso del gordolobo (*Bocconia frutescens*), Té nurite (*Satureja macrostema*) entre muchas otras.

De acuerdo con el listado de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el día 16 de mayo de 1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre, terrestre y acuáticas, raras, endémicas, amenazadas o en peligro de extinción y sujetas a protección especial, se encuentran dos especies de fauna: *Melanotis caerulescens* (mulato azul) y *Myadestes occidentalis* (jilguero). Muchas especies de mamíferos tienen importancia para consumo como el conejo (*Sylvilagus floridanus*), el venado (*Odocoileus virginianus*) y el armadillo (*Dasypus novemcinctus*). No existe un paraje específico dentro del área destinada a refugio para la fauna silvestre, solamente se restringe a lugares de anidación de aves o echaderos de mamíferos.

BIBLIOGRAFÍA

- Bocco G., A. Velázquez y A. Torres 2000. Comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa en México. *Interciencia* 25 (2): 9-19.
- Hunter, M. L. Jr. 1999. *Maintaining biodiversity in forest ecosystems*. Cambridge University Press, Gran Bretaña, 698 pp.
- Oldeman, R.A.A. 1990. *Forest elements of silvology*. Springer-Verlag, The Netherlands, 624 pp.
- SAS 1997. *Statistical Analysis System: SAS user's guide 6.12*. SAS Institute Inc, EE.UU.
- Velázquez, A, G. Bocco y A. Torres 2001. Turning scientific approaches into practical conservation actions: the case of Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, México. *Environmental Management* 5: 216-231.

VEINTIDÓS

El potencial de captura de carbono en mercados emergentes

Marcela Olguín, Omar Masera y Alejandro Velázquez

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la inadecuada utilización de los recursos naturales, la desigualdad social y económica tanto entre los países como al interior de ellos, así como el riesgo de un colapso ambiental, son pruebas de que la humanidad enfrenta una gran crisis mundial (Leff 1998). La comunidad científica interesada en resolver esta situación ha admitido que los efectos nocivos presentes, tanto a escala local como global, son el resultado histórico de la relación del ser humano con la naturaleza, pero sobretodo del valor que las sociedades le han asignado en términos de su utilidad económica directa e indirecta (Daly 1997). Hoy en día prevalece un uso inadecuado de los recursos naturales. Aunado a esto experimentamos fenómenos de drástica desigualdad económica y social.

Desde la celebración de la “Cumbre de la Tierra” en Río de Janeiro, se enfatizó que a fin de alcanzar la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales era necesario generar estructuras que internalicen los costos y beneficios de los procesos productivos en los sistemas de mercado (Montoya *et al.* 1995). En este sentido varios autores han coincidido en incorporar una perspectiva integral económico-ecológica, basada en la cuantificación de los bienes y servicios ambientales (McNeely 1988, Constanza 1991, Bingham *et al.* 1995, Belausteguigoitia y Soriano 1996, Daly *et al.* 1997, FAO 1999).

Una de las fuentes de mayor número de bienes y servicios ecológicos reconocidos son los ecosistemas forestales (Constanza 1991, Montoya *et al.* 1995, cuadro 1), que sin embargo sufren una pérdida anual cercana al 0.5% (UNEP1999). Las graves consecuencias de su disminución, como la pérdida de la biodiversidad y el aumento de gases de efecto invernadero (Vitousek 1994), ha incentivado a nivel mundial al establecimiento de acuerdos generales sobre el manejo y preservación de todos los tipos de bosques (Dixon *et al.* 1993, FAO 1999). La diversificación del manejo de los bosques naturales destinados a la producción de madera (FAO 1999) y el reconocimiento y la valoración económica-ecológica de sus bienes y servicios ambientales, constituyen algunos de sus principales desafíos.

Recientemente los bosques han adquirido mayor importancia por su participación en la regulación del CO₂ atmosférico, principal promotor del efecto invernadero y del cambio climático global. Los bosques del mundo cubren un total de 3,454 millones de hectáreas, es decir 25% de la superficie continental del planeta (FAO 1999) y constituyen grandes depósitos de carbono. Comparados con otros ecosistemas terrestres (*v.gr.* sistemas agrícolas o praderas), poseen entre 20 y 100 veces más contenido de carbono por unidad de área (Masera 1995). Si bien la destrucción de los ecosistemas forestales a nivel mundial es la segunda causa de emisión de este gas (0.6 y 3.6 GtonC=109 tonC), actividades en torno a la conservación y reforestación de los bosques podrían constituir un valioso sumidero capaz de reducir en los próximos 100 años de entre 1 a 3 GtonC año⁻¹ (Masera *et al.* 1997).

El reconocimiento de esta capacidad de los bosques de acelerar o revertir el incremento del CO₂ en la atmósfera según sea su manejo, ha hecho que se les incluya dentro de los mecanismos de mitigación del cambio climático propuestos por el Protocolo de Kioto (Brown 2002). Este Protocolo es un acuerdo multinacional que impone a los países industrializados, que en 1990 produjeron cerca del 55% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI), medidas adicionales y obligatorias respecto a la disminución cuantificada de sus emisiones (Beaumont y Merenson 1999).

El Protocolo reconoce responsabilidades comunes pero diferenciadas entre los países, pues si bien los países industrializados han contribuido significativamente a la emisión de estos gases, su efectiva mitigación requiere de la participación de todos, conforme a sus capacidades, condiciones sociales y económicas (INE-SEMARNAP 2000, Olander 2000). De

CUADRO 1. LISTA DE FUNCIONES, BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES

NÚMERO	FUNCIÓN	BIEN O SERVICIO
1	Regulación de la composición química atmosférica	Regulación de gases
2	Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local o global	Regulación del clima
3	Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales	Regulación de disturbios
4	Regulación de flujos hidrológicos	Regulación del agua
5	Almacenamiento y retención del agua	Provisión de agua
6	Retención del suelo dentro de un ecosistema	Control de la erosión y retención de los sedimentos
7	Procesos de formación del suelo	Formación del suelo
8	Almacenamiento, ciclaje interno, procesamiento y adquisición de nutrientes	Ciclaje de nutrientes
9	Recuperación de nutrientes móviles y remoción de compuestos xénicos	Tratamiento de residuos, basura
10	Movimiento de gametos de la flora	Polinización
11	Regulaciones tróficas dinámicas de las poblaciones	Control biológico
12	Hábitat para poblaciones residentes y pasajeras	Refugio
13	Porción de la producción primaria bruta extraíble como comida	Comida
14	Porción de la producción primaria bruta extraíble como materia prima	Materias primas
15	Fuente de materiales y productos biológicamente únicos	Recursos genéticos
16	Ofrecimiento de oportunidades para actividades recreativas	Recreación
17	Ofrecimiento de oportunidades para usos no comerciales	Valores estéticos, artísticos, científicos, entre otros

Fuente: Constanza *et al.* 1997.

los mecanismos que existen para la disminución de emisiones, el “Mecanismo para el desarrollo limpio” (artículo 12 del Protocolo de Kioto) resulta muy importante para los países en desarrollo como México. Es la única vía de cooperación entre éstos y los países industrializados y tiene como doble mandato el promover el comercio de créditos certificados para la reducción de emisiones y ayudar al desarrollo sustentable de los países en desarrollo (Brown 2002). A través de este mecanismo y de actividades como el financiamiento de proyectos de reforestación en países en desarrollo, los países industrializados podrán cumplir parte de sus compromisos de reducir sus emisiones de GEI en un 5% por debajo de los niveles de 1990 (Beaumont y Merenson 1999).

Aún quedan por definirse varios aspectos relacionados al uso del Mecanismo de desarrollo limpio en la mitigación de las emisiones de GEI, como por ejemplo, cuáles son las modalidades que podrán participar (ver anexo) y cuáles las reglas o guías a adoptarse para la medición de beneficios reales a largo plazo (adicionalidad ambiental y financiera). Sin embargo, estudios recientes en países de América Latina muestran que el potencial de captura estimado de estos proyectos va de 144 a 723 MtonC año⁻¹ (MtonC= 106tonC), con un precio de venta de US\$13-42 y un costo menor a los US\$10 por tonelada de carbono capturada por proyecto (Beaumont y Merenson 1999).

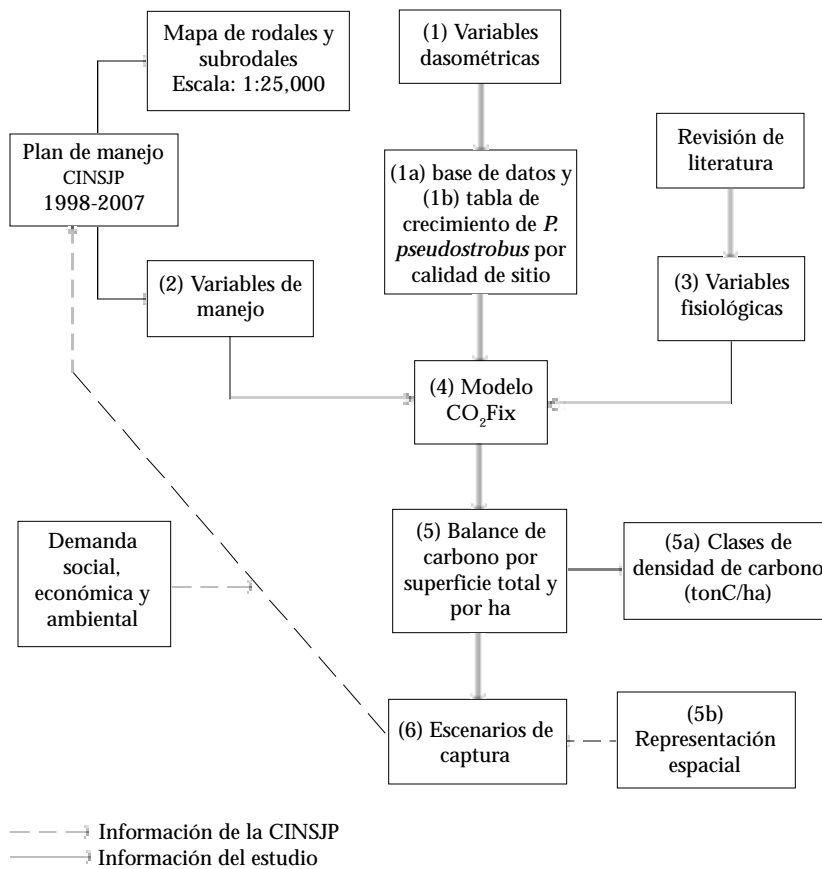
El presente capítulo describe los elementos iniciales de la cuantificación del servicio ambiental de captura de carbono en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP). El objetivo general fue ampliar el espectro del manejo forestal de la CINSJP, mediante el cálculo del contenido de carbono a largo plazo en los bosques dominados por *Pinus pseudostrobus*. De manera particular se cuantificó el carbono por superficie total y por hectárea en las unidades de manejo (subrodiales) con *Pinus pseudostrobus*; se estimó el potencial de captura de carbono en escenarios alternos de manejo y preservación, y se definieron criterios básicos para la incorporación de un modelo espacio-temporal de captura de carbono dentro del plan de manejo forestal.

MÉTODOS

A continuación se describen los pasos empleados en la estimación del contenido de carbono a largo plazo en los subrodiales con *Pinus pseudostrobus* de la CINSJP. En este trabajo, los subrodiales o unidades de manejo constituyen la base espacial y el elemento mínimo de análisis para la generación

de escenarios que combinan el aprovechamiento actual de *Pinus pseudostrobus* y el servicio de captura de CO₂. La figura 1 muestra una síntesis de las etapas del método que más adelante se detallan en el texto.

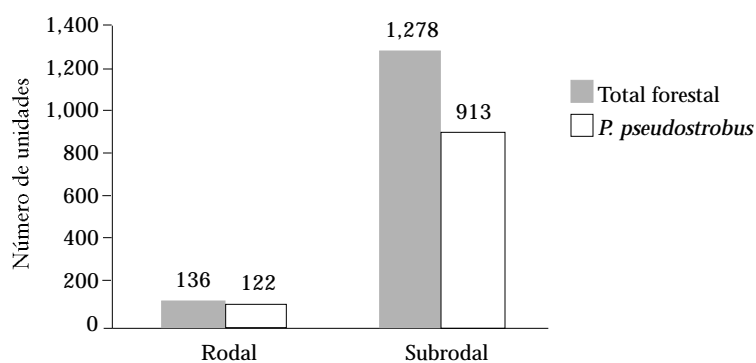
FIGURA 1. MODELO INTEGRAL PARA LA INCORPORACIÓN DE LAS VARIABLES DASOMÉTRICAS Y DE CRECIMIENTO DE *PINUS PSEUDOSTROBUS*, PARA EFECTUAR EL BALANCE DE CARBONO Y PREVER LOS POSIBLES ESCENARIOS, DE ACUERDO CON LAS UNIDADES DE MANEJO DEL PLAN DE MANEJO FORESTAL DE LA CINSJP



EL MODELO CO₂ FIX

El cálculo del contenido de carbono se llevó a cabo mediante el modelo CO₂ Fix versión 1.2. Éste es un programa dinámico de software para ambiente Windows, desarrollado por Mohren *et al.* (1999), modificado de Mohren y Goldewijk (1990). El CO₂ Fix es un programa que estima la captura de carbono de una especie sujeta a aprovechamiento silvícola mediante la simulación del ciclo de carbono durante su desarrollo forestal. Para esto, el programa considera los flujos de asimilación y pérdida entre los almacenes de carbono en biomasa (tronco, ramas, follaje y raíces), suelo (humus y detritus) y productos forestales como madera muerta, energía, aglomerados, papel, empaque y construcción (figura 2).

FIGURA 2. NÚMERO TOTAL DE RODALES Y SUBRODALES FORESTALES DE LA CINSJP Y UNIDADES CON AL MENOS UN SITIO CON *P. PSEUDOSTROBUS*



La cantidad neta de carbono fijado durante el desarrollo de los rodales o subrodales se determina por las diferencias entre la acumulación de carbono en biomasa por fotosíntesis y su pérdida por respiración, por las diferencias entre la acumulación de carbono en suelo y las tasas de descomposición del humus y por las diferencias en el tiempo de residencia del carbono en los distintos productos forestales. El resultado final se muestra en dos gráficas

simultáneas en donde se observa el balance de carbono por plantación y el balance de carbono por rodal o subrodal, además de tablas con los valores totales de captura por año en cada almacén (Mohren *et al.* 1999).

Por último, el modelo depende de tres entradas principales de información para su ejecución. La primera, se refiere a los parámetros del rodal y la tabla de cosecha-aclareo. La segunda consiste en las principales características fisiológicas y de biomasa de la especie. Y la última, se refiere al incremento anual en volumen de la especie por hectárea. En el presente trabajo se describen cada una de las entradas de información, como son: variables de manejo, variables fisiológicas y variables dasométricas, respectivamente.

VARIABLES DASOMÉTRICAS

Diseño de la base de datos

Del total de las 10,879 ha de superficie arbolada de la CINSJP, sólo se evaluaron aquellas unidades de manejo que presentaron, en al menos uno de sus sitios, a *Pinus pseudostrobus* como especie dominante. La selección de dicha especie se debió a que posee una amplia distribución en la superficie total de la CINSJP (ver capítulo 21), constituye un elemento relevante de la fisonomía de los bosques mixtos de pino-encino y forma junto con *Ternstroemia pringlei* la comunidad vegetal con mayor representación en el total de subrodales de la CINSJP (Fregoso 2000).

Una vez seleccionadas las unidades de manejo, se obtuvieron las siguientes variables dasométricas del trabajo de Cortéz (en preparación): área basal, altura, diámetro normal, edad y tiempo de paso. Esta información se incorporó al sistema estadístico para microcomputadoras de SAS 6.12 (SAS 1997) y con base en el programa para la automatización del plan de manejo de la CINSJP (Cortéz *ibid.*) se calculó, el volumen total de árboles por hectárea (existencia real), el crecimiento anual del arbolado (incremento corriente anual) y la capacidad productiva o calidad de sitio de cada subrodal. Sobre esta última, la CINSJP reportan tres tipos de calidades, siendo la calidad I la de mayor productividad.

TABLA DE CRECIMIENTO

Para la elaboración de esta tabla se separó a los subrodales conforme a las calidades del sitio y su valor de ICA. Posteriormente se calculó la media aritmética de aquellos que compartieran la misma

edad, con lo cual se formaron agregados de subrodas por año y calidad de sitio.

Después de comparar las estimaciones de crecimiento anual obtenidas por distintas ecuaciones, el modelo que mejor se ajustó a la distribución de los datos fue el exponencial. Debido a que el manejo en las zonas forestales de la CINSJP está fuertemente orientado a satisfacer una demanda comercial, la información de la base de datos de la DTF-CINSJP (1998) subrepresenta a los árboles más jóvenes (Cortéz comunicación personal). Este sesgo en la información hace que cualquier modelo de regresión sea poco confiable en el cálculo del incremento del arbolado antes de los primeros 20 años.

VARIABLES DE MANEJO

Las variables de manejo que más destacan por su utilidad en el modelo CO_2 Fix son: la duración total del ciclo de rotación, el número de ciclos de las rotaciones y la distribución de la producción forestal.

El número y duración de los ciclos se define según el Método Silvícola de Árboles Padres (DTF-CINSJP 1998). Éste consiste en la realización de cinco tratamientos espaciados cada 10 años, los cuales se distribuyen en: tres primeros tratamientos de aclareo, un cuarto tratamiento de corta de regeneración y por último un tratamiento de corta liberación. El tiempo total que transcurre para que se repita un tratamiento es de 50 años, es decir un turno (DTF-CINSJP 1998). Con respecto a la producción forestal la mayor parte se concentra en las especies del género *Pinus* (DTF-CINSJP 1998), siendo la elaboración de muebles su principal forma de aprovechamiento (cuadro 2).

CUADRO 2. DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS FORESTALES
DEL GÉNERO *PINUS* EN LA CINSJP

MADERA MUERTA	ENERGÍA	PAPEL	MUEBLES	CONSTRUCCIÓN
28%	13.5%	5.8%	36.3%	16.3%

VARIABLES FISIOLÓGICAS

Esta sección se refiere al contenido de carbono depositado en el ecosistema forestal debido a procesos entre la vegetación y la atmósfera como la fotosíntesis, la respiración y la descomposición de materia orgánica. Casi toda la información que a continuación se proporciona sobre las variables fisiológicas, el suelo forestal asociado y la biomasa de *Pinus pseudostrobus*, proviene de la revisión bibliográfica que Ordoñez (1999) realizó para la región (cuadro 3 y 4). El valor del peso seco en humus estable (cuadro 5) se obtuvo del estudio realizado por Siebe *et al.* (en preparación) sobre la geomorfología y los suelos de los bosques con *Pinus pseudostrobus* en la CINSJP.

CUADRO 3. VARIABLES FISIOLÓGICAS Y DEL SUELO FORESTAL ASOCIADO DE LA ESPECIE *PINUS PSEUDOSTROBUS*

VARIABLE	CANTIDAD
Densidad de la madera (kg/m ³)	500
Contenido de carbono en materia seca (kg/kg)	0.50
Tasa de decaimiento para la biomasa del follaje (1/año)	0.3
Tasa de decaimiento para la biomasa de las ramas del follaje (1/año)	0.05
Tasa de decaimiento de la biomasa de las raíces (1/año)	0.10
Tasa de mortalidad (o autocleareo) (1/año)	0.02
Tiempo de residencia promedio de papel (años)	2
Tiempo de residencia promedio del aglomerado (años)	20
Tiempo de residencia promedio de madera para energía (años)	1
Tiempo de residencia promedio de madera para empaque (años)	3
Tiempo de residencia promedio de madera para construcción (años)	35
Tiempo de humidificación (1/año)	0.03
Tiempo de residencia promedio del detritus (1/años)	2
Tasa de residencia promedio del humus estable (años)	320
Contenido de carbón en humus en suelo estable (kg/kg)	0.58

Fuente: Buringh 1984, Ajtay *et al.* 1997, Mohren *et al.* 1997 reportados en Ordoñez 1999.

CUADRO 4. INCREMENTO RELATIVO RESPECTO DEL TRONCO EN PESO SECO DEL FOLLAJE, RAMAS Y RAÍCES, DURANTE EL DESARROLLO DE UN RODAL

	EDAD DEL RODAL (AÑOS)									
	0	6	10	14	18	22	25	30	40	50
Follaje	0.8	0.4	0.2	0.15	0.15	0.25	0.3	0.3	0.6	0.8
Ramas	0.8	0.5	0.2	0.15	0.15	0.2	0.3	0.4	0.7	0.9
Raíces	0.9	0.6	0.3	0.25	0.25	0.25	0.4	0.6	0.8	1.0

Fuente: Nabuurs y Mohren 1993 reportados en Ordoñez 1999.

CUADRO 5. VALORES ASIGNADOS A LA BIOMASA INICIAL EN TON MS/HA

VARIABLE	CANTIDAD
Peso seco del follaje	3
Peso seco de las raíces	0.5
peso seco del detritus	0
Peso seco del humus estable en suelo	156
Peso seco en ramas	0.5
Volumen inicial de los componentes de la biomasa en tronco	1
Cantidad total de desperdicios de madera muerta en el bosque	0

Fuente: Nabuurs y Mohren 1993 reportados en Ordoñez 1999.

CLASES DE CONTENIDO DE CARBONO

A partir del balance total en toneladas de carbono, se estimó la densidad potencial a largo plazo bajo el esquema de manejo forestal actual. Es

decir, se calculó el contenido de carbono por hectárea y por calidad de sitio, suponiendo que las características del sitio, de la especie y de su manejo permanecen sin variaciones por un periodo de 100 años. Con esta información se definieron clases de densidad de carbono las cuales se relacionaron con la base de datos de la especie. Además, con la ayuda del sistema de información geográfica ILWIS (versión 2.1) y el mapa digital de la CINSJP sobre rodales y subrodales (escala 1:25,000), se generó un mapa de la densidad potencial de carbono de *Pinus pseudostrobus*.

ESCENARIOS DE CAPTURA DE CO₂

Con la información usada para el cálculo del contenido de carbono en el manejo forestal actual, se desarrollaron dos nuevos escenarios:

- 1) **Preservación del bosque:** En este escenario se estimó la acumulación de carbono que resultaría al cabo de 100 años por la eliminación de cualquier actividad forestal como cosechas o aclareos. Debido a que el modelo CO Fix versión 1.2 no está diseñado para simular este tipo de condiciones, se decidió establecer valores máximos y mínimos de carbono por hectárea y superficie total.
- 2) **Elaboración de productos de larga durabilidad.** En este escenario se calculó el contenido de carbono que se acumularía al cabo de 100 años, como resultado de que toda la producción forestal se destinara a la elaboración de materiales de larga durabilidad; por ejemplo, muebles y materiales para construcción. En este escenario los ciclos de cosecha y aclareo ocurren con la misma periodicidad que en el manejo actual.

Para conocer el potencial de captura de carbono de ambos escenarios respecto al manejo forestal actual se estimó la captura unitaria neta de carbono (Cnet). La Cnet se refiere al valor de carbono que queda al restar una opción de uso alternativo de una de manejo establecido (Maser 1995). Se representa como:

$$Cnet = Ctp - Ctref$$

Donde Cnet es la fijación neta de carbono, Ctp es el carbono total fijado en el proyecto, y Ctref es el carbono total fijado en el uso alternativo del suelo.

Finalmente, ya que la CINSJP tiene interés de incorporarse a nuevas formas de aprovechamiento forestal, se estimó un posible beneficio eco-

nómico por captura de carbono suponiendo un precio de US\$ 10 por tonelada de carbono.

RESULTADOS

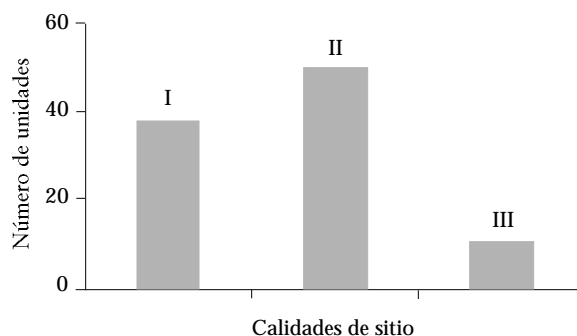
BASE DE DATOS

Se obtuvieron 3,104 sitios o unidades de muestreo con *Pinus pseudostrobus* correspondientes a 913 subrodales y 122 rodales forestales. Estas cifras representan el 70% y 90% del total de las unidades forestales y unidades de manejo de la CINSJP (figura 2). El área total de las unidades de manejo seleccionadas equivale a 8,679 ha.

Calidad de sitio (CS). La mitad de los subrodales con *Pinus pseudostrobus* correspondieron a la calidad de sitio II y casi el total restante perteneció a la calidad de sitio I. Solamente el 11% correspondió a la calidad III, la clase de más baja productividad de madera (figura 3).

Incremento corriente anual (ICA). De acuerdo con el modelo de regresión exponencial, el incremento promedio en volumen por hectárea y edad disminuyó a una tasa anual de 3%, mostrando un mejor ajuste en los árboles entre los 40 y 60 años de edad. Sólo en el caso de la calidad III en donde los valores de ICA se encuentran muy dispersos, la predicción del crecimiento fue en general poco confiable.

FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN DE SUBRODALES CON *P. PSEUDOSTROBUS* PARA LAS CALIDADES DE SITIO I, II Y III



TABLAS DE CRECIMIENTO

Para la elaboración de las tablas de crecimiento se integró la información de la calidad de sitio III junto con la calidad de sitio II. Si bien las diferencias entre las curvas son estadísticamente significativas ($p < 0.001$), la incertidumbre en el crecimiento de la calidad III ($r^2 = 0.3328$) dificulta la extrapolación al modelo de captura de CO₂ Fix.

En la figura 3 se observan los valores del ICA distribuidos conforme a la calidad de sitio I y la calidad II-III. Los coeficientes de determinación (r^2) indican que ambas curvas explican en más de un 60% la relación ICA-Edad. Al igual que en el análisis exponencial anterior, las curvas decrecen a una tasa anual del 3%.

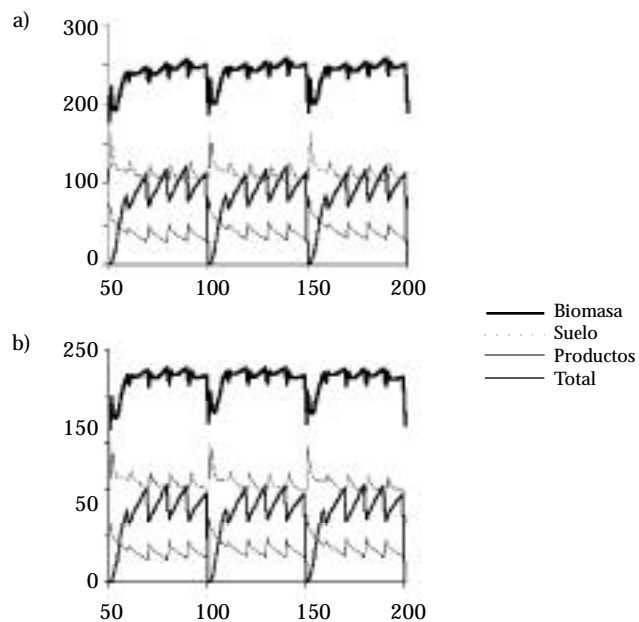
MODELO CO₂ FIX

Balance de carbono. Como se observa en la figura 4, el contenido total de carbono por subrodal, tanto en la calidad I (a) como en la calidad II-III (b), presenta un crecimiento escalonado el cual se repite en cada ciclo o turno. Al realizarse una remoción parcial o total de la biomasa (por ejemplo, con los aclareos), el contenido de carbono en suelo y en productos aumenta. Es importante mencionar que únicamente se consideró la información del modelo a partir de los 50 años de edad del arbolado, a fin de simular un subrodal ya establecido.

Respecto al incremento del contenido de carbono por hectárea, la curva total en ambas calidades tiende a estabilizarse después de los 100 años. La densidad de carbono en suelo muestra cierta estabilidad después de los 100 años; el valor máximo de la calidad I equivale a 114 tonC/ha y el de la calidad II-III a 109 tonC/ha. En cambio el valor del contenido de carbono en biomasa permanece constante durante todos los ciclos de corta. Así, en la calidad I la densidad de carbono permanece en 82 tonC/ha, en tanto que en la calidad II-III en 72 tonC/ha. Por último, la curva de la densidad en productos tiende a incrementarse en cada cosecha o aclareo hasta los 130 años. Después de tal edad parece estabilizarse en 44 tonC/ha para la calidad I y en 38 tonC/ha para la calidad II-III.

Clases de densidad de carbono. A partir de la información anterior se establecieron dos clases de contenido de carbono por hectárea para un periodo de manejo forestal de 100 años. Como se aprecia en el cuadro 6, la clase I alcanza una densidad total de carbono de 237 tonC/ha, mientras que la clase II presenta una densidad total de 216 tonC/ha.

FIGURA 4. CONTENIDO DE CARBONO POR SUBRODAL PARA LAS CALIDADES I(A) Y II-III (B)



Nota: Al disminuir la biomasa en cada ciclo el contenido de carbono en suelo y productos alcanza un valor máximo.

CUADRO 6. DENSIDAD POTENCIAL DE CARBONO (TONC/HA) PARA *P. PSEUDOSTROBUS* EN UN ESQUEMA DE MANEJO DE 100 AÑOS

	CLASE I	CLASE II
Biomasa	83	72
Suelo	114	109
Productos	40	35
Total	237	216

La clase 1 corresponde a una densidad de carbono alta y la clase II a una densidad moderada.

Al multiplicar las densidades de carbono por la superficie de cada clase, se calculó que los bosques de Nuevo San Juan tienen la capacidad de almacenar un total de 1.9 millones de tonC en el largo plazo (cuadro 7). De esta cantidad, el 60% corresponde a subbrodales con la clase II.

CUADRO 7. CONTENIDO DE CARBONO (KTONC) ESTIMADO A 100 AÑOS PARA BIOMASA, SUELO Y PRODUCTOS EN *PINUS PSEUDOSTROBUS*

	CLASE I	CLASE II	TOTAL
Biomasa	265	395	660
Suelo	368	593	961
Productos	130	192	322
Total	763	1,180	1,943

ESCENARIOS

Preservación. Para una estimación a 100 años, pero ahora en un escenario donde no se efectúe el aprovechamiento comercial de la madera, se tiene que la densidad de carbono total en la clase I puede oscilar entre 228 y 283 tonC/ha, mientras que la clase II varía entre 205 y 251 tonC/ha (cuadro 8). Estos intervalos son resultado de que el modelo CO₂ Fix considere que en la dinámica natural del bosque sucedan o no autoaclareos. Los autoaclareos representan pérdidas en la biomasa, como por ejemplo, cuando individuos de la misma especie y edad provocan la caída de sus ramas debido a que crecen muy cerca el uno del otro.

De considerarse los autoaclareos, el aporte de la biomasa al suelo forestal hace que éste alcance un valor de densidad de carbono alto. Por el contrario, si los autoaclareos no ocurren, la biomasa presenta un valor de densidad incluso mayor al del contenido de carbono en suelo (cuadro 8). Bajo este escenario, la CINSJP tendría la capacidad de almacenar desde 1.8 millones de tonC hasta 2.3 millones de tonC en el largo plazo.

CUADRO 8. DENSIDADES MÁXIMA Y MÍNIMA DE CARBONO PARA UN ESCENARIO DE PRESERVACIÓN DE 100 AÑOS

	CLASE I	CLASE II
Biomasa	105-108	89-157
Suelo	123-99	116-94
Productos	0	0
Total	228-283	205-251

El primer dato de cda intervalo corresponde a un escenario de autoclareao.

Manejo alterno. En el escenario del sistema de manejo forestal actual (turnos de 50 años), pero donde el aprovechamiento está orientado a la producción de materiales con un tiempo de vida promedio de 100 años, se estimó una densidad total de carbono de 247 tonC/ha para la clase I y de 224 tonC/ha para la clase II.

En cuanto al contenido total de carbono se estimó un valor total de 2 millones tonC repartidas en 0.79 millones de tonC de la clase I y 1.23 millones de tonC de la clase II. En este escenario, el aumento en la duración de los productos no modifica el contenido total de carbono en suelo ni en biomasa.

Preservación y manejo. Para comparar el contenido de carbono almacenado en los distintos escenarios descritos se analizaron las curvas totales de biomasa y productos. Esto debido a que se tiene poca información sobre la dinámica local en suelo y se prefirió establecer un pronóstico conservador en cuanto al incremento neto de carbono o captura.

La densidad de carbono bajo el manejo actual aumenta paulatinamente hasta los 100 años y posteriormente tiende a estabilizarse. En cambio las curvas inferior y superior del escenario de preservación incrementan de forma acelerada hasta un valor máximo a los 100 años, después del cual decrecen ligeramente. Por último, la curva de manejo alterno comienza con un aumento muy parecido al manejo actual, sin embargo, sigue incrementándose de forma indefinida en el tiempo.

Si se considera la suma de las densidades de carbono en el manejo actual, las diferencias en cuanto al escenario de preservación y al de manejo alterno varían de forma considerable. La captura neta en el escenario de preservación va de -36 tonC/ha a 111 tonC/ha, mientras que en el escenario alterno la captura es de 18 tonC/ha.

Finalmente, al multiplicar las densidades de carbono por la superficie de cada clase, la comunidad de Nuevo San Juan tiene la capacidad de almacenar bajo el escenario de manejo forestal actual 0.98 millones de tonC/ha. Sin embargo, este valor podría incrementarse hasta 1.06 millones de tonC si se incorpora el manejo alterno o incluso hasta 1.45 millones de tonC/ha de considerarse el valor de densidad más alto del escenario de preservación.

DISCUSIÓN

EL CONTENIDO DE CARBONO EN *PINUS PSEUDOSTROBUS*

Los sitios o unidades de muestreo con *Pinus pseudostrobus* poseen una amplia representación en el total de los subrodales y rodales forestales de la CINSJP. La capacidad productiva de los bosques donde esta especie domina, medida en m³ de madera comercial, corresponde en su mayoría a calidades de sitio moderadas, seguidas de calidades de sitio altas.

Debido a lo escaso y variable de la información dasométrica en los sitios jóvenes y viejos, la estimación del incremento promedio anual del arbolado (ICA) fue más confiable para edades cercanas a los 50 años (tiempo en que culmina el ciclo de corta). Este hecho coincide con un estudio realizado por Aguilar y Aguilar (1991) sobre el crecimiento de cuatro especies de Pino en la CINSJP, en donde se sobreestiman los valores del incremento en árboles menores a los 40 años y subestiman en árboles mayores a los 60 años.

La incertidumbre en el crecimiento del arbolado no parece haber afectado el contenido de carbono por hectárea en el largo plazo, pues éste resultó similar a lo reportado por otros estudios en bosques templados manejados (Nabuurs y Mohren 1993, Ordoñez 1999, Masera 2000). Así, con base en la estimación del modelo CO₂ Fix (versión 1.2), las densidades de carbono en los bosques con *Pinus pseudostrobus* en la CINSJP van de 216 tonC/ha en una calidad de sitio moderada a 237 tonC/ha en una calidad de sitio alta. Esto significa que de seguir con el manejo forestal actual, la CINSJP tendría la capacidad de almacenar 1.9 millones de tonC en un plazo de 100 años.

LA ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA DE CARBONO

Bajo el escenario de preservación obtenido con el modelo CO₂ Fix, no fue posible establecer con exactitud un valor de captura (la densidad de carbono sólo pudo ser expresada con valores máximos y mínimos). Sin embargo, al comparar los resultados de biomasa y productos de este escenario con los del manejo forestal actual, la diferencia de carbono por superficie total fue de -160 a 468 ktonC.

Si bien para establecer el valor económico de un proyecto de mitigación y determinar su viabilidad deben conocerse los costos de establecimiento, monitoreo y operación a largo plazo del proyecto, entre otros (Masera 1995); es posible calcular al menos de forma preliminar, los beneficios económicos que se obtendrían en el esquema más optimista sobre la captura unitaria neta de carbono. Así, con base en un precio de venta de US\$10 por tonelada capturada (Montoya *et al.* 1995) y suponiendo la captura máxima en el escenario de preservación, la mitigación de carbono a través de los bosques de *Pinus pseudostrabus* de la CINSJP representaría un beneficio económico de más de cuatro millones de dólares.

Un escenario como el de preservación supone, además de ventajas económicas y ambientales, beneficios ecológicos locales. Por ejemplo, la designación de zonas de protección podría mejorar las condiciones de reproducción de ciertos grupos de mamíferos en la zona, los cuales de acuerdo con Torres (ver capítulo 12), han sido en parte alterados por el manejo permanente de los bosques.

Hay que considerar que en un escenario de preservación estricto, las ventajas antes mencionadas podrían limitarse por la presencia de “fugas”. Es decir, es probable que la demanda no satisfecha de productos forestales (reconociendo la importancia que tiene para la CINSJP la industria maderera), al final, sólo desplace a otro sitio las presiones económicas generadas entorno a tales recursos, incrementando las emisiones de carbono y reduciendo los beneficios netos esperados.

En cuanto al escenario de manejo alterno, el incremento neto de carbono a 100 años corresponde a 76 ktonC. A pesar de que este valor es mucho menor al de la captura máxima del escenario de preservación, destaca el que se incremente indefinidamente en el tiempo. Al aplazar la reincorporación del CO₂ a la atmósfera, podrían evitarse algunos efectos nocivos por la acumulación de GEI (Beaumont y Merenson 1999).

Bajo el esquema actual del Protocolo de Kioto se asume que el carbono en productos es liberado inmediatamente a la atmósfera, por lo que

los proyectos forestales no requieren de su cuantificación (Olander 2000). Sin embargo, proyectos como éste, que responden a una demanda permanentemente de productos, reducen la posibilidad de fugas. De hecho, Beaumont y Merenson (1999) mencionan que el manejo mejorado del bosque nativo, mediante uso adecuado de productos y el reciclado de materias primas forestales, disminuye la presión de la tala y permite la rehabilitación y preservación de los sumideros de GEI existentes.

A partir del análisis de los escenarios anteriores lo que se propone es un manejo combinado entre la preservación y el manejo alterno. Es decir, mantener una actividad forestal económicamente viable y permitir la integridad de ciertos componentes y servicios en el ecosistema que garanticen su sustentabilidad.

COMENTARIOS FINALES

En el presente estudio se utilizó información disponible en el plan de manejo de la comunidad y en la literatura para evaluar el potencial de captura de carbono que tienen los bosques de la CINSJP. Los resultados muestran que el servicio ambiental de captura de carbono puede ser una alternativa de manejo compatible con las actividades de aprovechamiento forestal realizadas por la comunidad. El manejo forestal actual de los bosques con *Pinus pseudostrobus* tienen el potencial de almacenar en el largo plazo cerca de 1.9 millones de tonC, es decir entre 216 tonC/ha y 237 tonC/ha en una superficie de al menos 8,679 ha. La incorporación de nuevas actividades como la preservación de bosques o la elaboración de productos maderables de larga durabilidad podría aumentar de 7% a 147% este potencial.

La estimación espacial y temporal del potencial de captura de carbono del bosque es un aspecto importante en la elaboración de planes de manejo que incluyan la generación de beneficios económicos y ecológicos derivados de proyectos de captura de carbono. Sin embargo, otros aspectos que no fueron abordados en este estudio son igualmente importantes y deberán ser considerados en el futuro. Por ejemplo, es necesario determinar los costos de establecimiento de estas actividades, el valor de la tierra, mano de obra, beneficios perdidos por el uso alterno del suelo, los costos de monitoreo y operación a largo plazo, determinar las pérdidas por fugas, determinar los beneficios derivados de los proyectos como control de la erosión, incremento de la biodiversidad y beneficios estéticos, entre otros (Montoya *et al.* 1995, Masera 1995).

Por último, la participación de comunidades como la de Nuevo San Juan ante el cambio climático será prometedora en la medida que se reconozca en el país la importancia de este sector, se establezcan medidas que eviten la competencia de otros usos de suelo en detrimento de éste y se reconozca explícitamente a nivel internacional la importancia del manejo forestal en la mitigación del cambio climático (INE-SEMARNAP 2000). Contrario a lo que se pensaría, un problema tan grave como el cambio climático es una oportunidad para valorar de manera efectiva los recursos naturales y en particular los forestales de nuestro país (INE-SEMARNAP 2000). La valoración económica-ecológica de la biodiversidad y en especial del servicio de captura de carbono constituye hoy una herramienta clave para la protección y uso sustentable de la misma, pues pretende mostrar que el beneficio que resulta de dicha actividad, puede ser mayor en términos de desarrollo económico y social, que la que se obtiene de actividades asociadas a su mal manejo y destrucción.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar R.M. y S.D. Aguilar 1991. Determinación de la "calidad de estación" en los bosques de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. pp. 35-57.
- Beaumont, R.E. y C.E. Merenson 1999. *El Protocolo de Kyoto y el Mecanismo para un desarrollo limpio. Nuevas posibilidades para el sector forestal de América Latina y el Caribe*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Departamento de Montes, FAO, Roma.
- Belausteguigoitia, J.C. y O.P. Soriano 1996. Valuación económica del medio ambiente y de los recursos naturales. *Economía Informa* 253: 45-55.
- Bingham, G., R. Bishop, M. Brody, D. Broley, E. Clark, W. Cooper, R. Constanza, T. Hale, G. Hayden, S. Kellert, R. Norgaard, B. Norton, J. Payne, C. Russell y G. Suter 1995. Issues in ecosystem valuation: improving information for decision making. *Ecological Economics* 14: 73-90.
- Brown, S., O. Masera y J. Sathaye 2000. Project-Based Activities. En: R. Watson, I.R. Noble, B. Bolin, N.H. Ravindranath, D. Verardo, D. Dokken (editores). *Land use, land-use change, and forestry*. IPCC, Cambridge University Press, pp. 283-338.
- CMNUCC 1998. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. <http://www.unfccc.de/fccc/conv/conv.htm>
- Constanza, R. 1991. *Environmental Economics: The Science and Management of Sustainability*. Columbia University Press, New York.

- Constanza, R., R. Darge, R. Degroot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V.O'Neil, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton y M. Vandenbelt 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.
- Cortéz, J.G. (en preparación). Elaboración de un modelo espacio temporal de aprovechamiento integral del recurso forestal. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Daly, G.C. 1997. Introduction: what are ecosystem services? En: G.C. Daily (editor). *Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems*. Island Press, Washington, D.C.
- Dixon, R. K., J.K. Winjum y P.E. Schroeder 1993. Conservation and sequestration of carbon. The potential of forest and agroforest management practices. *Global Environmental Change*, 159-173.
- DTF-CINSJP 1998. Dirección Técnica Forestal-Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro. Plan de Manejo Forestal 1998-2007.
- FAO 1999. *State of the world's forest*. Rome Information División. FAO, Roma.
- Field, B. C. 1995. *Economía ambiental: una introducción*. Mc Graw-Hill Interamericana S.A. Columbia.
- Fregoso, A. 2000. La vegetación como herramienta base para la planeación, aprovechamiento y conservación de los recursos forestales: El caso de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich., México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.
- García, E. 1989. *Apuntes de climatología*. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- INE/SEMARNAP 2000. *Estrategia Nacional de Acción Climática*. Estados Unidos Mexicanos, 219 pp. (www.ine.gob.mx).
- ILWIS 1997. *Integrated Land and Water Information System, versión 2.1. User's Manual*. International Institute for Aerospace and Earth Science (ITC), Enschede, The Netherlands.
- Leff, E. 1998. *Saber ambiental: Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Siglo XXI editores, UNAM y PNUMA, México, D.F.
- Masera, O. 1995. Estimación de parámetros biológicos e indicadores económicos para proyectos forestales de captura de carbono. Documento de trabajo No. 16. Grupo Interdisciplinario de tecnología Rural Apropiada (GIRA). Michoacán, México.
- Masera, O., J. M. Ordoñez y R. Dirzo 1997. Carbon emissions from deforestation in Mexico: Current situations and long-term scenarios. En W. Makundi y J. Sathaye (editores). *Carbon emissions and sequestration in forest: case studies from seven developing countries*. Berkeley, California.

- Masera, O., B. De Jong, I. Ricalde y A. Ordoñez 2000. Consolidación de la Oficina Mexicana para la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero. Reporte Final. Instituto de Ecología-UNAM y ECOSUR.
- Mc Neely, J. A. 1988. *Economics and biological diversity: developing and using economic incentives to conserve biological resources*. IUCN, Gland, Switzerland. xiv + 232.
- Mohren, G. M. J y C. G.M. Klein Goldewijk 1990. *CO₂ FIX: A dynamic model of the CO₂ fixation in forest stands*. De Dorschkamp, Research Institute for Forestry and Urban Ecology. Report 624. 35 p. + app. Wageningen, Holanda.
- Mohren, G.M.J., J.F. Garza Caligaris, O. Masera, M Kanninen, T. Karjalainen y G.J. Nabuurs 1999. CO₂ FIX for Windows: a dynamic model of the CO₂ fixation in forest stands. IBN Research Report 99/3 Institute for Forestry and Nature Research, Instituto de Ecología, UNAM, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), European Forest Institute. Wageningen The Netherlands, Morelia, México, Turrialba, Costa Rica, Joensuu, Finland.
- Montoya, G., L. Soto, B. De Jong, K. Nelson, P. Farias, P. Yakac, J. H. Taylor y R. Tipper 1995. *Desarrollo forestal sustentable: Captura de carbono en las zonas tzeltal y tojolabal del estado de Chiapas*. Cuadernos de trabajo No. 4-INE. México.
- Nabuurs G. J. y G.M.J Mohren 1993. Carbon fixation through forestation activities. A study of the carbon sequestering potential of selected forest types, commissioned by the Foundation Face. IBN Research. Report 93/4. Institute for Forestry and Nature Research, Forests Absorbing Carbon dioxide de emission. The Netherlands.
- Olander, J. 2000. *Las opciones forestales en el mecanismo de desarrollo limpio. Un resumen de los principales temas para los países andinos*. Unidad Técnica Regional de Nature Conservancy, Región Andina y Cono Sur. EcoDecisión Cía. Ltda. Quito Ecuador.
- Ordoñez, A. 1999. *Captura de carbono en un bosque templado: el caso de San Juan Nuevo, Michoacán*. INE-SEMARNAP, México.
- Panayotu, T. 1994. *Ecología, Medio Ambiente y desarrollo. Debate crecimiento vs conservación*. Ediciones Gernika, México.
- PK 1997. Protocolo de Kioto. www.unfccc.int/resource/convkp.html.
- Siebe, C., G. Bocco y A. Velázquez (en preparación). Caracterización morfoedafológica de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro.
- Vitousek, P.M. 1994. Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology* 75 (7): 1861-1876.

ANEXO. FECHAS IMPORTANTES EN TORNO A LOS ACUERDOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

1988. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), crean un órgano científico-técnico intergubernamental, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC). El PICC posee tres grupos de trabajo: 1) sistema climático; 2) impactos y opciones para enfrentarlos; 3) aspectos económicos y sociales.

1990. La Asamblea General de la ONU, mediante el Comité Intergubernamental de Negociación de un Convenio (CIN) aprueba en 1992, el texto de una Convención.

1992. Durante la Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CMNUMAD), 165 países firman la Convención Marco sobre Cambio Climático (CMCC), cuyo órgano de decisión suprema es la Conferencia de las Partes (COP).

1994. Cincuenta países ratifican la CMCC la cual en ese año entra en vigor.

1995. Segundo Informe de Evaluación del PICC. Primera Conferencia de las Partes en Berlín (COP-1). Se elabora el Mandato de Berlín con el fin de reforzar los compromisos existentes sobre reducción de emisión de gases de efecto invernadero y se acuerda la creación de un Protocolo ante los insuficientes logros alcanzados. México publica su primer inventario nacional de gases de efecto invernadero, con base en las estimaciones de 1990.

1996. Se realiza la segunda COP en Ginebra, Suiza. Se analiza un instrumento legal sobre las políticas y acciones necesarias para la reducción de las emisiones de los países del Anexo I.

1997. Protocolo de Kioto. Los países industrializados se comprometen a reducir para el periodo 2008-2012, sus niveles promedio de emisiones a menos del 5% respecto a 1990. Del protocolo sobresalen el Mecanismo de Desarrollo Limpio y el comercio de emisiones como estrategias claves de cooperación internacional. En México se establece el Comité Intersectorial para el cambio climático bajo la SEMARNAP, pero con representación amplia de la SE, SECOFI, SAGAR, SCT, SER y SEDESOL. De tal comité se discuten y coordinan las diversas estrategias respecto a la posición de México ante el cambio climático.

1998. Cuarta Conferencia de las Partes (COP-4) realizada en Buenos Aires, Argentina. Sesenta países firman el protocolo y apoyan un Plan de acción para la implementación del mismo.

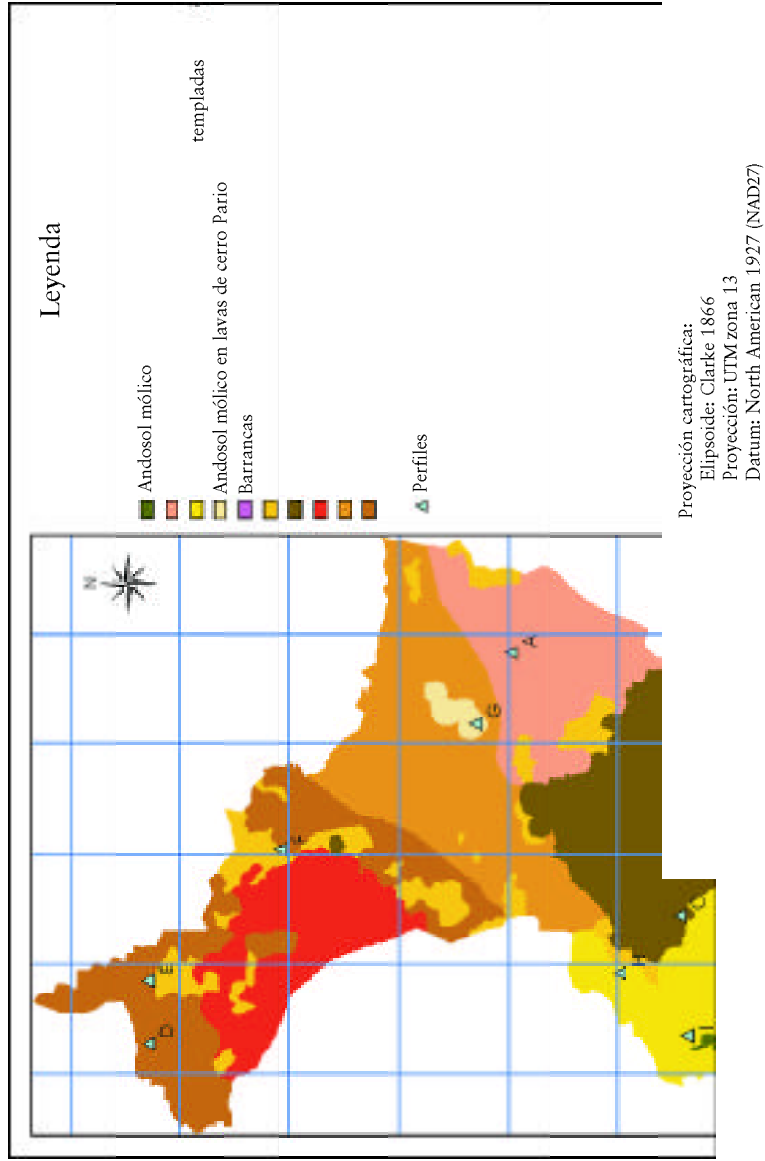
1999. Quinta Conferencia de las Partes (COP-5) efectuada en Bonn, Alemania. Se concretan algunos pasos del Plan de Acción de Buenos Aires. En México, el Comité Intersectorial elabora la Estrategia Nacional de Acción Climática. En

ella se enfatiza que acciones de prevención en la emisión de los gases de efecto invernadero o de su captura, generan beneficios importantes respecto a la economía y el desarrollo social, por lo que se considera como instrumento valioso que dirige la inclusión de la variable climática en el diseño de políticas sectoriales para el desarrollo sustentable.

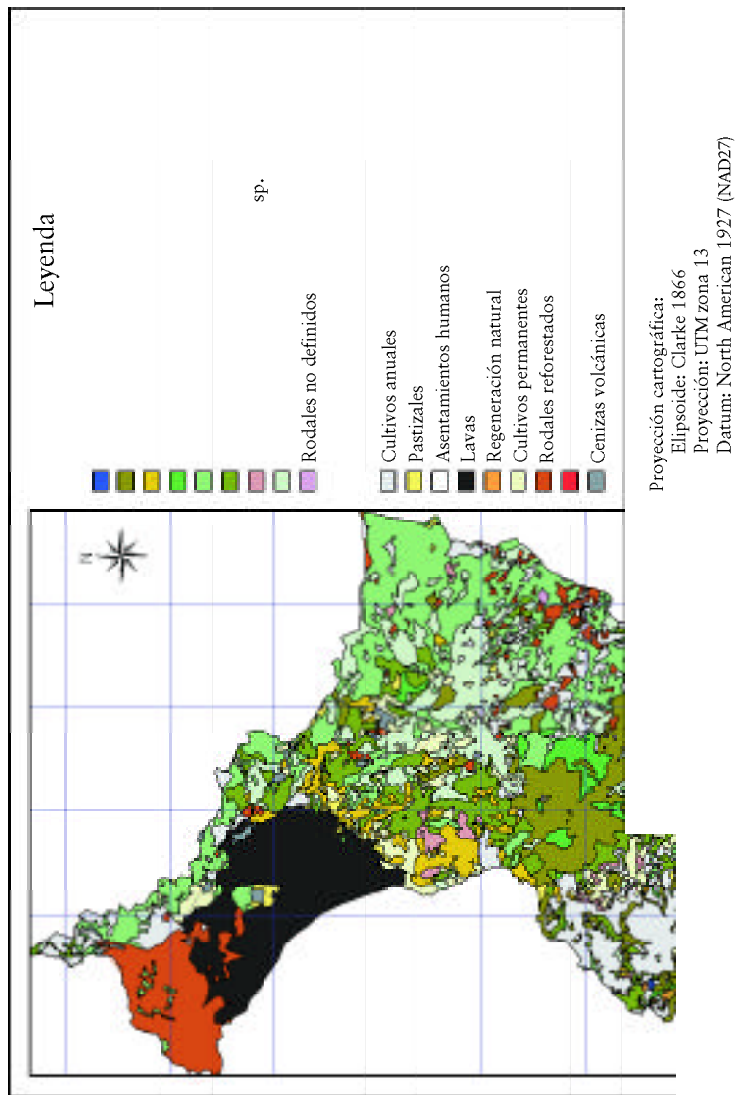
2000. Durante la sexta Conferencia de las Partes (COP-6) celebrada en Ginebra, Suiza se logran avances en cuanto a las bases del paquete financiero y transferencia de tecnología a países en desarrollo a fin de ayudar con acciones sobre Cambio Climático. Sin embargo, a pesar de las grandes expectativas aún quedan sin resolver asuntos como el mecanismo del desarrollo limpio, el sistema de comercio internacional de emisiones y las reglas para la cuatificación de la disminución de emisiones de sumideros como los bosques y un procedimiento para su ejecución.

2001. Durante la negociaciones de la Conferencia de las Partes en Marrakech, se especifica que las únicas actividades forestales que podrán ser financiadas dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio en el periodo 2008-2012 son actividades de reforestación y aforestación en países en desarrollo. Sin embargo, otras actividades forestales como la conservación y el aprovechamiento de bajo impacto podrán ser consideradas después de finalizado el año 2012.

MAPA 1. MAPA DE SUELOS DE LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO, MICHOACÁN

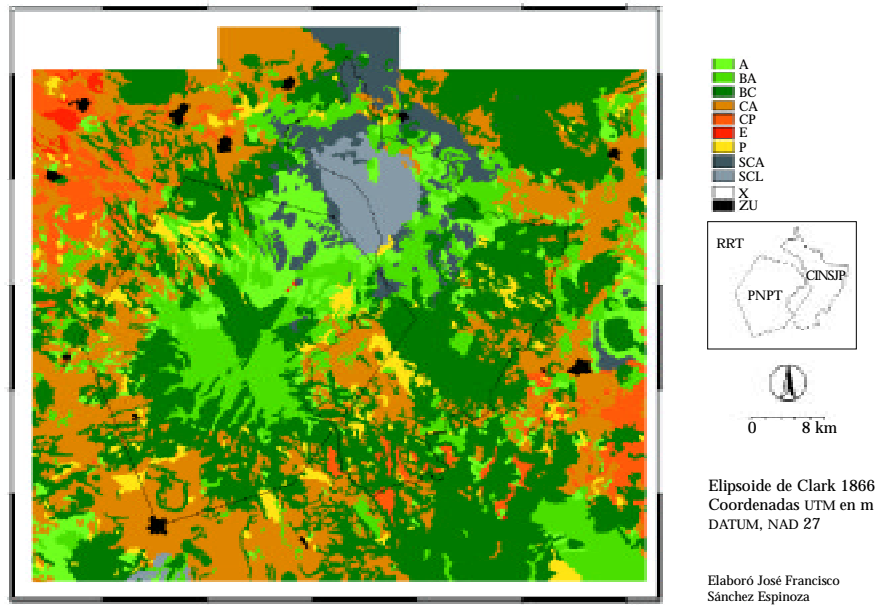


MAPA 2. MAPA DE VEGETACIÓN, COBERTURA Y USO DEL SUELO

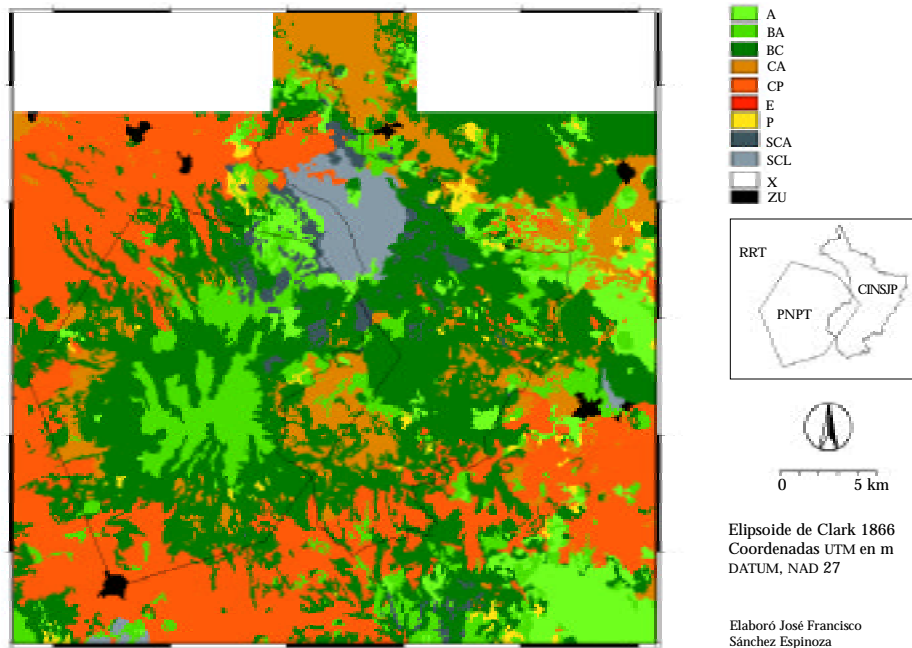


Navarrete Pacheco

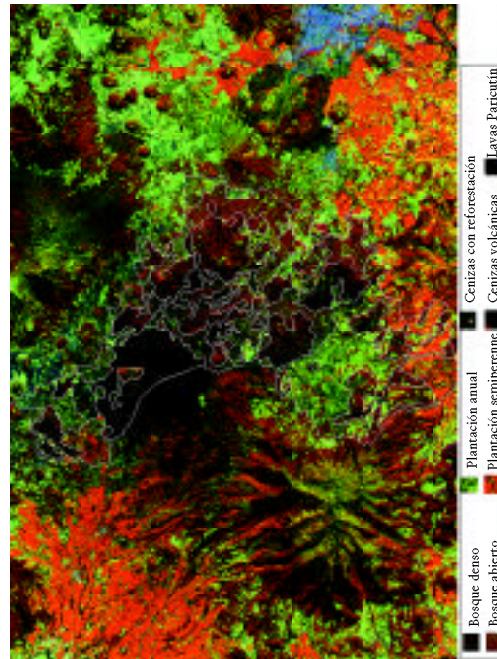
MAPA 3A. COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO, 1974



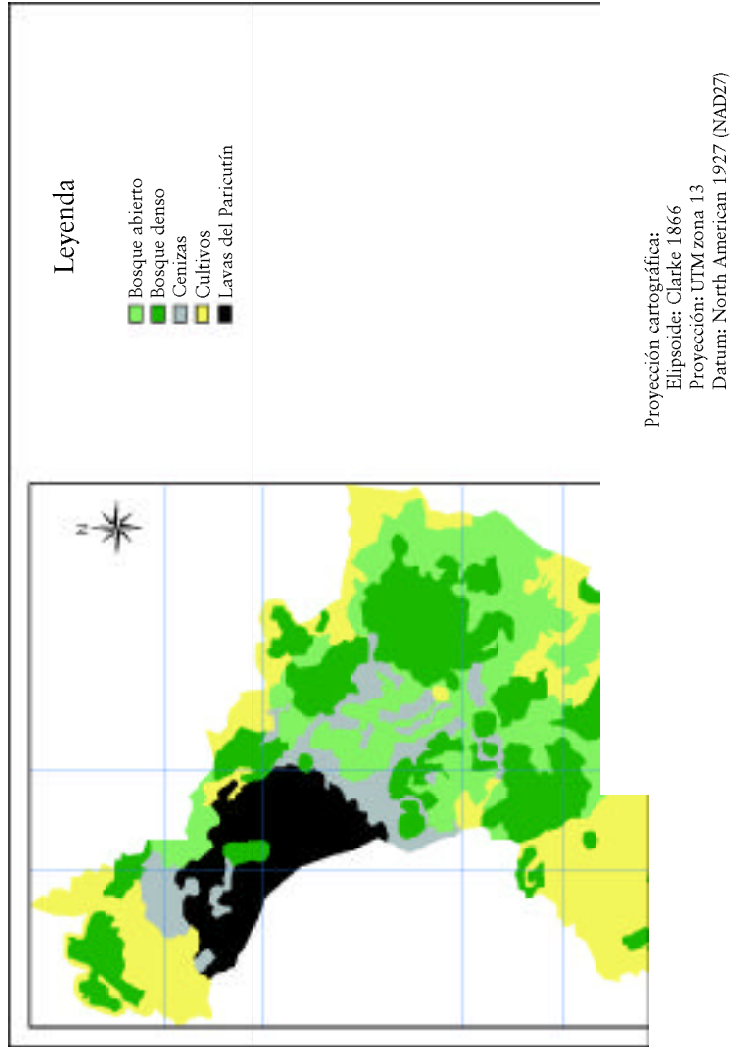
MAPA 3B. COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO, 1996



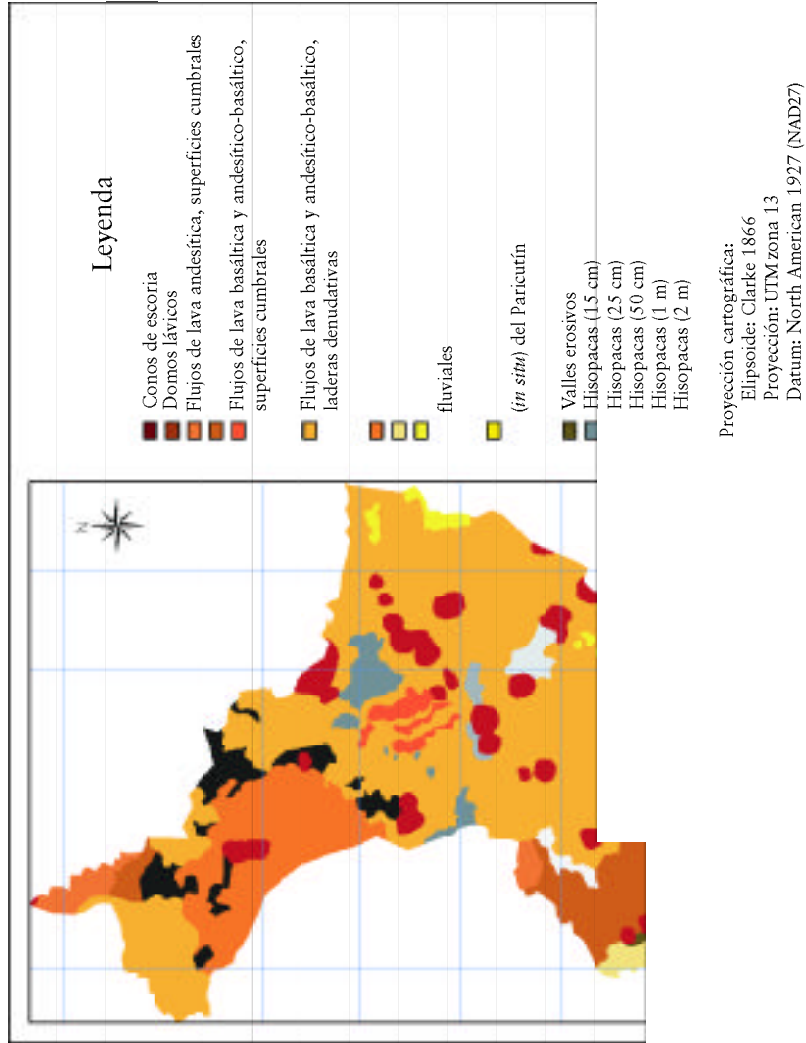
MAPA 4. FOTOINTERPRETACIÓN DE LAS UNIDADES DE COBERTURA Y USO DE SUELO A PARTIR DE UNA IMAGEN DE SATELITE LANDSAT, ABRIL DE 1993



MAPA 5. COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO EN LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO



MAPA 6. MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS



MAPA 7. APTITUD POTENCIAL DE USO DEL SUELO EN LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

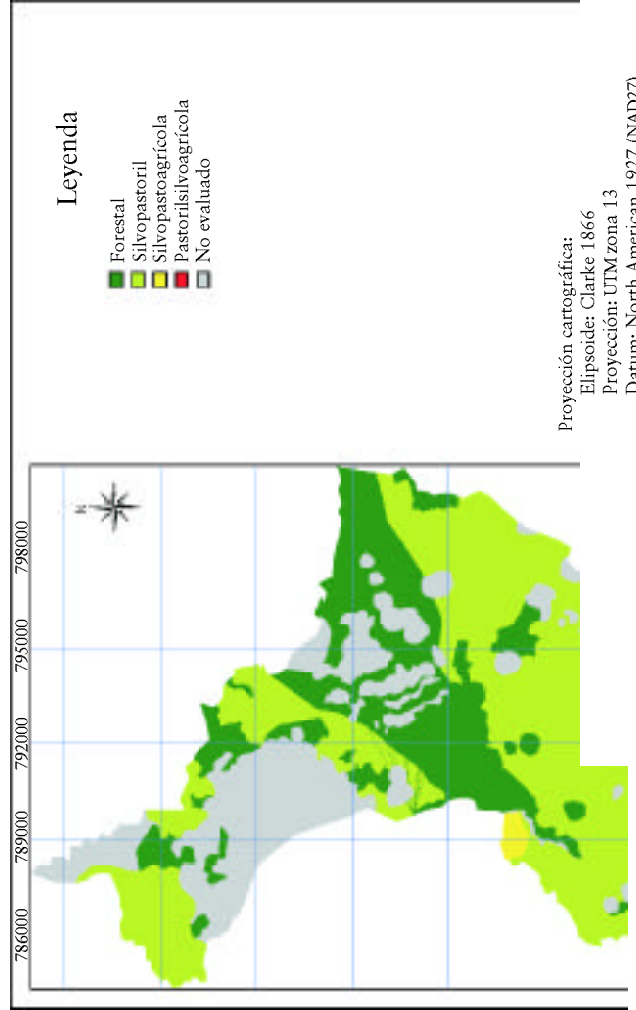


FIGURA 1. LA GALLINA DE MONTE COLUDA (*DENDRORTYX MACROURA*) ES ENDEMICA DE MEXICO Y ES CONSIDERADA COMO UNA ESPECIE SUJETA A PROTECCIÓN ESPECIAL



FIGURA 2. LA GALLINA DE MONTE COLUDA SE CARACTERIZA POR EL COLOR ROJO BRILLANTE DEL PICO, PATAS Y PIEL ALREDEDOR DE LOS OJOS



FIGURA 3. HUEVOS DE GALLINA DE MONTE COLUDA ENCONTRADOS POR LLENADORES DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUITIRO EN JUNIO DE 1997



FIGURA 4. EL HABITAT DE LA GALLINA DE MONTE COLUDA SE CARACTERIZA POR LA PRESENCIA DE UN ESTRATO ARBUSTIVO DENSO EN BOSQUES TEMPLADOS, AUNQUE EL DOSEL DEL ESTRATO ARBÓREO PUEDE SER ABIERTO, COMO EN ESTA FOTO

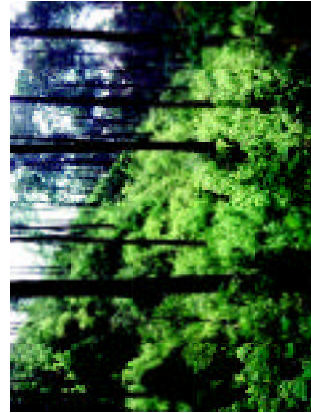


FIGURA 5. LOS BOSQUES TEMPLADOS CON UN ESTRATO ARBÓREO CERRADO, PERO SIEMPRE CON UN ESTRATO ARBUSTIVO DENSO, REPRESENTAN UN HABITAT APROPIADO PARA LA GALLINA DE MONTE COLUDA

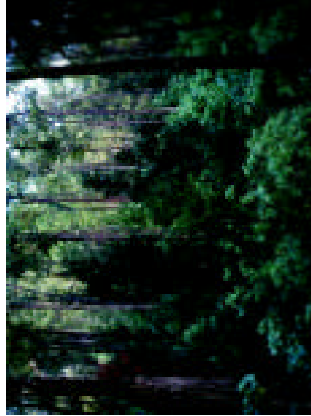
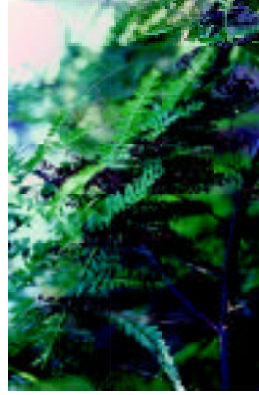


FIGURA 6. LOS FRUTOS DE COLA DE ZORRA (*CORIARIA RUSCIFOLIA*) CONSTITUYEN UNO DE LOS PRINCIPALES ALIMENTOS DE LA GALLINA DE MONTE COLUDA EN LA CINSJJP



El ecoturismo, una alternativa viable para la conservación

Alejandro Torres y Faustino Velázquez

INTRODUCCIÓN

El turismo es sin duda uno de los fenómenos económicos y sociales de mayor crecimiento en el siglo pasado. Cada año aumenta la proporción de población que ingresa a esta actividad y para muchos países el turismo ha demostrado ser uno de los sectores más dinámicos y de mayor crecimiento para su economía. De 1950 a 1999 el turismo internacional ha crecido a una tasa media anual de 7%. La expansión del turismo ha alcanzado a países y continentes que en 1950 no figuraban en la industria turística mundial. Tal es el caso de América Latina que se incorporó a la diversificación de productos turísticos durante ese periodo (OMT 2000).

De acuerdo con los resultados del año 1999 y parte del 2000, la afluencia mundial de turistas aumentó en 4.4% respecto al año de 1998. Las regiones que experimentaron mayor crecimiento fueron el Oriente Medio con 16%, Asia Meridional con el 8.3% y África con 7.8%. Para el caso de América la cifra fue inferior a la media mundial con 2.4% de crecimiento (OMT 2000). A pesar del crecimiento tan bajo de América, se observa una dinámica creciente de esta actividad a nivel mundial que está generando una oportunidad en la industria turística y que puede ser una alternativa para países en vías de desarrollo como el nuestro. A pesar de que la actividad turística en México descendió respecto a 1998 (-2.9%) todavía ocupa el octavo lugar a nivel mundial y se encuentra muy por arriba de cualquier

país latinoamericano. Esto todavía nos ubica en un nivel importante dentro de la industria turística que nos pone ante el reto de adecuarnos a la dinámica del turismo actual y de introducirnos a nuevas formas de turismo como es el caso del turismo alternativo o ecoturismo.

El turismo alternativo está creciendo en todo el mundo y el modelo tradicional de turismo conocido como “sol y playa” va disminuyendo. Esto se debe principalmente a que el ecoturismo se muestra como una opción factible para la conservación del patrimonio cultural y natural de muchas regiones y países que buscan el desarrollo sustentable. Por el contrario, el turismo de “sol y playa” enfrenta los problemas derivados de su propio modelo, ya que el excesivo desarrollo de infraestructura ha degradado en muchos casos los mismos atractivos turísticos; la contaminación de mares y lagunas poco a poco ahuyentan a los visitantes que buscan cada vez con mayor frecuencia la exploración y el conocimiento como objetivos de su visita turística (Haulot 1991, Ceballos-Lascurain 1998, SECTUR 2001).

Diversas estimaciones indican que el crecimiento del turismo alternativo es de entre el 12% y 30% y que en 1996 los ingresos producidos por el turismo de la naturaleza fue de alrededor de 260 millones de dólares. Esto muestra la tendencia del turismo alternativo como oportunidad de desarrollo, pero también como un reto para reivindicar a la industria turística y no cometer los mismos errores que se cometieron con el turismo tradicional.

El campo en México enfrenta una crisis sin precedentes que pone en riesgo la persistencia de la población rural, ya que como lo muestran las cifras, cada año el número de personas que migra del campo a la ciudad aumenta considerablemente (INEGI 2000). Los últimos datos indican un aumento alarmante en la pobreza y un deterioro importante de los recursos naturales. Si consideramos que más del 70% de los paisajes naturales mejor conservados son propiedad de ejidos y comunidades indígenas, el reto de la conservación de la biodiversidad esta en la posibilidad de incorporar a esta parte de la población a proyectos productivos que involucren la conservación y el uso adecuado de los recursos naturales (Toledo 1997). El ecoturismo puede ser parte de estas acciones encaminadas a la diversificación productiva que debe de realizarse en las comunidades rurales para enfrentar la crisis del campo mexicano.

Como parte del proyecto global de conservación y manejo de recursos naturales en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, se llevó a cabo la elaboración de una propuesta de ecoturismo, que se insertara en el proyecto de diversificación productiva que lleva a

cabo la comunidad, con el fin de generar empleos que contribuyeran a elevar el nivel de vida de la gente y generar opciones alternas que permitan disminuir la presión que actualmente se ejerce en el bosque, que es la principal actividad de la comunidad.

MARCO CONCEPTUAL

EL CONCEPTO DE ECOTURISMO

Actualmente, el término ecoturismo se ha extendido en la industria turística más como una herramienta publicitaria para atraer el mercado que perdió el turismo tradicional, como un modelo más equitativo y tendiente a la conservación del patrimonio natural y cultural. El origen del término se derivó de la preocupación que la sociedad comenzó a manifestar por la degradación del medio ambiente, en donde la industria turística mundial era parte de esa industria nociva, ya que el principio de su modelo de desarrollo se basó en la infraestructura y en la alta concentración de ésta, lo que demostró tener un fuerte impacto en los ambientes naturales, que paradójicamente eran parte importante de sus propios atractivos turísticos (Ceballos Lascuráin 1998). Por otro lado, los desarrollos turísticos, a pesar de ser generadores de empleo local, también son iniciadores de procesos de degradación social y económica en las comunidades locales, ya que la inserción de este sector de la población en la industria turística ha sido de manera marginal y en muchos casos discriminatoria. Esto ha provocado una desigualdad que es muy notoria en los desarrollos turísticos en donde generalmente se observa un contrastante nivel de desarrollo entre el interior de los desarrollos turísticos y su entorno.

La preservación del medio natural y la equidad social en los proyectos turísticos, son los elementos que tomamos como base para implementar el concepto más general de ecoturismo y que algunos autores han definido con mucha precisión (Western 1996, Ceballos-Lascuráin 1998, Pérez de las Heras 1998). Para nosotros el concepto de ecoturismo que manejamos se basó en la necesidad de crear un proyecto que incluyera al turismo en términos de recibir gente externa a la comunidad con el fin de prestarle un servicio de entretenimiento y transmisión de conocimientos sobre la vida en el campo, que permita generar beneficios a la comunidad, a través de la diversificación productiva, y que a su vez contribuyera a la concientización de los visitantes sobre la importancia de la conservación y el uso adecuado de los recursos naturales con un proyec-

to manejado por la comunidad con asesoría y convenios externos que garantizaran la sustentabilidad del proyecto. Es debido a esto que dentro de la comunidad utilizamos el término de ordenamiento ecoturístico, para enfatizar los aspectos de prevención de impactos turísticos, reglamentación interna y externa de la actividad, participación comunitaria y manejo administrativo transparente y eficiente.

CAPACITACIÓN

El proyecto se diseñó en términos de la capacitación, como el eje principal del proyecto, en donde existiera una participación activa de la gente y que los resultados de dicha capacitación fueran productos que apoyarán las áreas principales de la empresa ecoturística: administración, operación y promoción. Además, como lo mencionamos anteriormente el concepto de ordenamiento ecoturístico fue un elemento importante, en donde se incorporó un fuerte componente de educación ambiental y organización comunitaria.

La comunidad lanzó una convocatoria para recibir candidatos de las diferentes áreas de la empresa forestal y se recibieron 23 propuestas. Todos los candidatos fueron aceptados para iniciar el curso, pues sabíamos, por experiencias anteriores que el grupo se reduciría. Considerando que se trataba de comuneros que tenían trabajo en la empresa la capacitación se dio dos días a la semana de 18:00 a 21:00 hrs., durante dos años, contabilizando cerca de 600 horas de capacitación. Después de cuatro meses del curso quedó un grupo de 13 personas que concluyeron la capacitación. Desde el inicio de la capacitación la comunidad abrió un coordinación de ecoturismo dentro del área agropecuaria y nombró a un responsable que coordinaría, junto con el asesor, los trabajos en la comunidad. La capacitación inició formalmente en enero de 1998 y el objetivo del asesor fue el de coordinar e impartir la capacitación, así como de conseguir financiamiento, junto con la comunidad. El cuadro 1 muestra un resumen de los cursos de capacitación en los que participaron personal del área de turismo de la comunidad y sus responsables. Se buscó la coordinación con la SECTUR estatal para que apoyara en la capacitación en aspectos relacionados con la actividad turística y con algunas áreas de turismo alternativo. Además, se buscaron cursos relacionados con la conservación ambiental y la educación ambiental de otras instancias o consultores independientes. Todos estos cursos formaron parte del curso general de ordenamiento ecoturístico que consistió de manera general en introducir a los comuneros a lo que significa el turismo y el ecoturismo, los requerimientos de los visitantes, los beneficios de contar con un proyecto de

CUADRO 1. LISTA DE CURSOS QUE SE HAN IMPARTIDO
EN EL PROYECTO DE ECOTURISMO

CURSO	INSTRUCTOR	LUGAR	HORAS
Curso general de ordenamiento turístico	Consultor independiente, UNAM	CINSJP	200
Taller de ecoturismo y conservación	Banco Mundial, UNOFOC y BALAM	CINSJP	30
Curso primeros auxilios	Cruz Roja	CINSJP	20
Curso básico de montañismo	SECTUR/Aventura Vertical	CINSJP	20
Curso básico de rapel	SECTUR/Aventura Vertical	CINSJP	20
Curso de educación ambiental	UMSNH	CINSJP	40
Curso de identificación de aves	UMSNH	CINSJP	25
Curso de ciclismo de montaña	SECTUR	CINSJP	20
Curso de construcción de letrinas ecológicas	ORCA		16
Taller itinerante de conservación comunitaria de biodiversidad a través de proyectos de ecoturismo	RUTA/Fundación Ford/Banco Mundial	Costa Rica	150
Curso de preparación de alimentos y atención a turistas	SECTUR	CINSJP	30
Curso de manejo de fauna silvestre	Consultor independiente	CINSJP	15

desarrollo de la actividad, la necesidad de la capacitación, la legislación tanto oficial como local, las responsabilidades del prestador de servicios y del turista, la revaloración de la cultura Purépecha, biodiversidad, impactos ambientales del ecoturismo, las diferencias entre los modelos de turismo alternativo y tradicional, turismo de aventura y turismo orientado a la naturaleza, atractivos turísticos, cultura del visitante, tipología turística, manejo empresarial del proyecto, entre otras. Para cada uno de los temas generales

obteníamos un producto que fuera de utilidad para la comunidad y elaborado como tarea del curso (cuadro 2).

EVALUACIÓN DEL PROYECTO

La factibilidad del proyecto se realizó de diversas maneras con el fin de no crear falsas expectativas y se enfatizó la idea de que es un proyecto más en la comunidad y no el más importante. Se realizaron valoraciones de recursos naturales, culturales y económicos para demostrar que podría ser un proyecto económica y ambientalmente viable.

Se utilizaron métodos de valoración de recursos en donde se evaluó el proyecto en términos de los atractivos naturales. Este consistió en la ponderación de variables como: la calidad del recurso, el potencial turístico, grado de interés, paisaje del entorno, facilidad de acceso y conservación. Estas variables se califican de acuerdo con una apreciación de tres gentes con experiencia en estos temas y se evaluaron detalladamente cada una de éstas (Martínez 2001). También se evaluó la calidad de los recursos culturales utilizando el mismo método y valorando variables como monumentos prehispánicos, arquitectura colonial o tradicional, arte, cultura viva y festividades. Estas dos evaluaciones se detallaron con los factores de diferenciado, extensión, continuidad, permanencia y otros dependiendo del tema y que se muestran en los resultados (Martínez 2001)

Para evaluar el potencial del turismo en términos de ecoturismo y turismo de aventura se mostraron las diferentes actividades de cada uno de estos rubros y junto con la gente de la comunidad se identificaron las actividades que se pueden llevar a cabo en los terrenos comunales. Se trabajó en ideas generales y sencillas sobre un estudio de mercado para evaluar el producto turístico y poder definir la infraestructura y los paquetes turísticos. La infraestructura se definió de acuerdo con los resultados obtenidos de las valoraciones anteriores y de acuerdo con el público potencial. Por último se realizó una evaluación de la visita turística de 1999 a 2002 con el fin de conocer como ha sido el desarrollo del proyecto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO TURÍSTICO

El resultado del trabajo identifico al proyecto como un producto de ecoturismo educativo con cuatro sectores de publico potencial: Estudiantes

CUADRO 2. LISTA DE PRODUCTOS POR TEMA DE ECOTURISMO DESARROLLADO

TEMA	PRODUCTO	AREA
Generalidades del turismo	Ubicación del producto turístico potencial de la comunidad	Administrativa
Introducción al ecoturismo	Definición del producto ecoturístico de la comunidad	Administrativa
Planeación y desarrollo turístico	Estudio de mercado local Reglamento interno Inversión	Administrativa
El prestador de servicios turísticos	Descripción de puestos Habilidades y aptitudes de comuneros Normas de calidad	Administrativa
Servicios e infraestructura Ecomuseo y educación ambiental	Descripción de infraestructura necesaria Mapa de atractivos culturales y ambientales Lista de actividades culturales y tradicionales	Administrativa Operativa
Definición de atractivos ecoturísticos	Mapa de atractivos turísticos Definición de sitios de conservación Definición de las áreas de ecoturismo	Operativa
Impactos del ecoturismo	Listado de efectos culturales y ambientales negativos y positivos Medidas de mitigación de impactos	Operativa
Administración de negocios	Esquema organizativo del proyecto	Administración
Mercado turístico y promoción	Realización de dos trípticos y un módulo turístico	Promoción

universitarios de carreras afines al campo, organizaciones no gubernamentales, grupos escolares de nivel básico y público interesado en la naturaleza.

El objetivo que persigue el proyecto es el de introducir a los visitantes a una experiencia exitosa de manejo sustentable con el fin de concienciar sobre la importancia de la vida en el campo y de mostrar la relación y la

dependencia que tiene la gente de las ciudades de las actividades del campo. Tiene como público meta, gente con interés en cuestiones ambientales que puedan transmitir sus vivencias del viaje en su comunidad con el fin de crear una conciencia ambiental.

Los resultados de la definición de las actividades de ecoturismo mostraron una riqueza en la comunidad que se evidencia en el número de actividades que se pueden realizar (cuadro 3). De las 23 actividades identificadas, en la comunidad se pueden realizar 17 (74%). Esto significa que el sitio presenta un alto atractivo en términos de potencialidad. Sin embargo, concluida la capacitación se vio cuales se podían iniciar a corto, mediano y largo plazo. Del total se están realizando ocho (35%); a mediano plazo se podrán realizar cuatro (17%); a largo plazo cinco (22%) y en seis (26%) no existen las condiciones para llevarlo a cabo en la comunidad (cuadro 3).

De acuerdo con ese potencial se evaluó lo que ha sucedido desde 1999 hasta el año 2000 con los visitantes de acuerdo con las categorías de turismo de educación ambiental (turismo infantil, etnoturismo, caminata y observación de aves); intercambio de experiencias (agroturismo científico) y de ecoturismo y turismo general (caminata, campismo y observación de la naturaleza), que no se pudo distinguir en las estadísticas obtenidas. La categoría que recibió el mayor número de visitas fue la de turismo general y ecoturismo que en los cuatro años contabilizó el mayor número de viajes (figura 1). No obstante, cuando se analiza por número de visitantes el comportamiento difiere y sólo en 1999 y 2002, los viajes de ecoturismo y turismo general son más numerosos (figura 2). Para el caso del número de visitas y visitantes de los viajes de educación ambiental, sólo en 1999 y 2000 fueron los segundos más numerosos (figuras 1 y 2). Esto se debe a que fueron los dos primeros años en donde el asesor estuvo más presente y promovió estos viajes en otras ciudades. Después la comunidad no continuó con este tipo de viajes por falta de personal capacitado, como se discutirá posteriormente. Los viajes de intercambio fueron más importantes en los años 2001 y 2002, lo que se explica por una reorganización en la empresa en donde se vincula el área de ecoturismo con la de capacitación y muchas de las visitas de capacitación se compartieron con las de ecoturismo.

POTENCIAL TURÍSTICO DEL MEDIO NATURAL Y CULTURAL

El producto se evaluó de acuerdo con sus atributos naturales y culturales (cuadros 4 y 5). La valoración de los atributos naturales obtuvo una califica-

CUADRO 3. ACTIVIDADES POTENCIALES EN TURISMO ORIENTADO A LA NATURALEZA Y TURISMO DE AVENTURA PARA LA CINSJP

ACTIVIDAD	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO
<i>Orientado a la naturaleza</i>			
Caminata	X		
Campismo	X		
Observación de aves	X		
Turismo infantil	X		
Histórico	X		
Científico	X		
Caminata en ríos		X	
Paseo a caballo		X	
Agroturismo			X
Etnoturismo	X		
Montañismo		X	
<i>Turismo de Aventura</i>			
Escalada en roca		X	
Planeador			X
Kajak			
Globo			
Descenso en ríos			
Buceo			
Surfing			
Pesca			
Bicicleta	X		
Espeleología			X
Alta montaña			X
Caza			X

FIGURA 1. NÚMERO DE VIAJES POR CATEGORÍA DE ACTIVIDADES

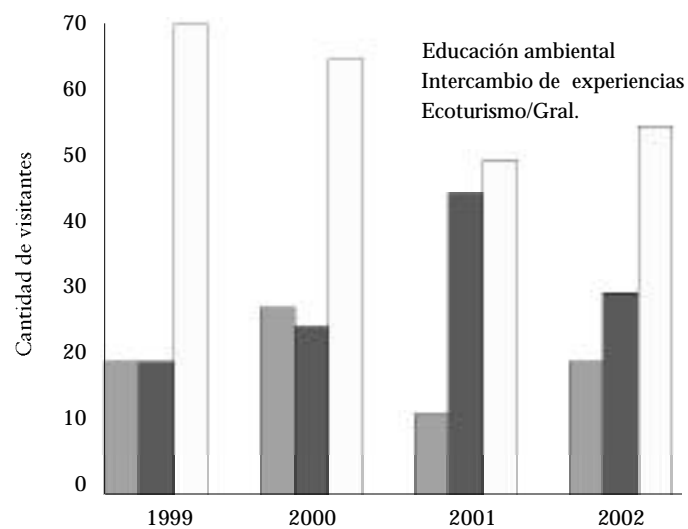
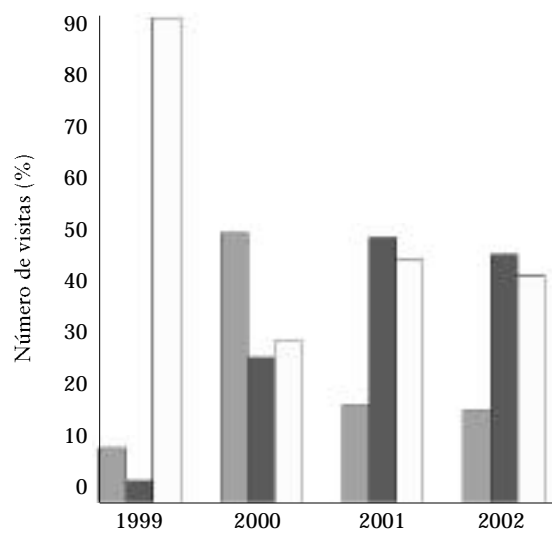


FIGURA 2. NÚMERO DE VISITANTES POR CATEGORÍA DE ACTIVIDADES



ción de 89, que lo posesiona como un sitio con atractivo natural muy alto. Las menores calificaciones se obtuvieron en el potencial turístico en el factor de compras y en el grado de interés internacional. Esto se debe a que todavía la artesanía y los objetos que se venden no son de una calidad óptima y faltan mejores tiendas para atender a los turistas. El grado de interés internacional consideramos que tiene un buen potencial por las posibilidades que ofrece, pero actualmente falta mejorar algunos servicios para alcanzar el estandar internacional (cuadro 4). La valoración se colocó en la categoría de regular, aunque en el límite más alto, esto se debe a que si bien es un lugar rico en cultura, el mismo desarrollo económico de la comunidad los introduce muy rápido a la modernidad, lo que provoca una pérdida rica de valores culturales. Las calificaciones más bajas se obtuvieron en la parte de prehispánicas, debido a que sólo existe una construcción de aquella época que todavía no se ha rescatado. La arquitectura tradicional se ha perdido, por un lado, por el aumento en la riqueza que ha ocasionado que las construcciones busquen arquitecturas similares a las de grandes ciudades ya que se trata de un pueblo de poco más de 50 años que lo hace arquitectónicamente moderno. No obstante existen sitios con arquitectura muy tradicional que todavía conservan las trojes (casas purepechas de madera) y que son pueblos en donde vive muy poca gente y que se pretende puedan convertirse en sitios turísticos en una segunda etapa. En general podemos considerar que es un sitio con grandes riquezas culturales que se están perdiendo y que será necesario recuperar, por que pueden significar un sitio con un alto potencial turístico en términos de la parte cultural.

Evaluando los dos aspectos (cultural y natural) podríamos concluir que tiene un componente más ambiental, debido al interés que tiene la comunidad en esos temas y que la parte cultural requiere de un proyecto de revaloración que permita a la gente conservar ese patrimonio y a su vez utilizarlo como un atractivo turístico que muestre parte de su cultura y que les genere ganancias importantes.

EVALUACIÓN DE LA CAPACITACIÓN

El método que se siguió con la capacitación, se considera que resultó adecuado, ya que los jóvenes mostraron en todo momento entusiasmo, a pesar de muchos inconvenientes que fueron presentándose y que describiremos a continuación. Las encuestas de satisfacción que se levantaron dieron en un 100% positivas en el trato y conocimiento por parte de los guías.

CUADRO 4. VALORACIÓN DE ATRACTIVOS NATURALES DE LA CINSJP

VARIABLES	FACTORES	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALA	TOTAL DE PUNTOS	PONDERACIÓN	CLASIFICACIÓN
Calidad del recurso natural	Diferenciado	50				50		
	Extensión		25			25		
	Continuidad		25			25		
	Permanencia		25			25		
						125	35	43.75
Potencial turístico	Hacer	50				50		
	Conocer		25			25		
	Descansar	50				50		
	Comprar			15		15		
						140	20	28
Grado de interés	Internacional			15		15		
	Nacional		25			25		
	Regional		25			25		
						65	15	9.75
Paisaje del entorno	Interesante		25			25		
	Normal							
	Indiferente							
						25	15	3.75
Facilidad de acceso	Buenas							
	Regulares			25		25		
	Malas							
	Inexistentes							
						25	10	2.50
Conservación	Buena			25		25		
	Regular							
	Mala					25	5	1.25
						405	100	89

Ponderación. 50 puntos: Muy buena. 25 puntos: Buena. 15 puntos: Regular. 10 puntos: Mala.

Valor de los atractivos. De 70 a 100: Muy buena. De 50 a 69: Buena. De 30 a 49: Regular.

De 15 a 29: Mala.

CUADRO 5. VALORACIÓN DE ATRACTIVOS CULTURALES DE LA CINSJP

VARIABLES	FACTORES	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALA	TOTAL DE PUNTOS	PONDERACIÓN	CLASIFICACIÓN
Prehispánicos	Diferenciado				10	10		
	Extensión				10	10		
	Continuidad		25			25		
	Permanencia				10	10		
						55	35	19.25
Arquitectura tradicional	Diferenciado		25			25		
	Extensión			15		15		
	Continuidad			15		15		
	Permanencia				10	10		
						65	20	13
Artesanía	Conocer		25			25		
	Ver			15		15		
	Comprar		25			25		
						65	15	9.75
Cultura viva	Excepcional							
	Buena		25			25		
	Regular							
	Sin Interés							
						25	15	3.75
Festividades	Excepcional							
	Buena		25			25		
	Regular							
	Sin Interés							
						25	10	2.50
						175	100	48.25

Ponderación. 50 puntos: Muy buena. 25 puntos: Buena. 15 puntos: Regular. 10 puntos: Mala.

Valor de los atractivos. De 70 a 100: Muy buena. De 50 a 69: Buena. De 30 a 49: Regular.

De 15 a 29: Mala.

De los 23 participantes que se inscribieron, después de un tiempo relativamente corto quedaron 13. Las principales razones de la deserción fueron que algunos no sabían de que se trataba la capacitación y cuando conocieron el proyecto no estaban interesados; otros no podían en ese horario y algunos simplemente se salieron sin dar explicaciones, por lo que no pudimos conocer el motivo. El grupo de 13 fue un grupo muy compacto que trabajaron con mucho entusiasmo y dedicación, a pesar de que cada vez fue más difícil conseguir los permisos para prácticas o asistencia a cursos de más de un día, ya que como se mencionó anteriormente, eran trabajadores de alguna área de la empresa. A pesar de que existía apoyo de las autoridades y de la gerencia, los jefes de cada área comenzaron a ver al proyecto, más como una carga para ellos, como un beneficio de la comunidad. Además, debido a que no se podía contratar personal para esa área, se trabajó de manera eventual en el proyecto, de acuerdo con las visitas. Esta situación se fue agravando entre los participantes, ya que tenían mucha presión por parte de sus jefes inmediatos, además que no existían estímulos por parte de la comunidad para el desarrollo de una actividad extra. Esto aunado a una falta de respuesta para apoyarlos, por parte de las autoridades, provocó una desilusión en la gente, ya que la capacitación duró casi dos años. La mayoría se salió del grupo y quedó sólo un grupo reducido de cinco personas. Dos de ellas se incorporaron como personal del área de ecoturismo y continuaron con la capacitación trabajando ya con los grupos. No obstante el salario extra que les ofrecieron cubrió sus expectativas. Algunos, se fueron a trabajar a los Estados Unidos de América y los demás trabajan en la empresa forestal. Después de esa experiencia, se consideró necesario hacer un grupo mixto de comuneros y estudiantes universitarios que pudieran apoyar el proyecto para hacerlo más rentable y así poder recuperar a los comuneros capacitados y poderlos integrar al proyecto. Actualmente, el proyecto cuenta con nueve empleados fijos y cuatro temporales, sin embargo, solo cinco participaron en la capacitación. En este momento el proyecto está en etapa de reorganización respecto al personal para elaborar un programa de capacitación para los comuneros que no lo han recibido, además de organizar los convenios con guías externos para que apoyen al proyecto y a su vez capaciten al nuevo personal. Podemos decir que los resultados de la capacitación superaron en buena medida las expectativas que se fijaron antes de su realización, no obstante, la dinámica del proyecto ha sido vista como no exitosa debido a la inversión que se ha realizado y a los resultados obtenidos en cuanto a ingresos. Consideramos que la capacitación debe continuar reforzando los aspectos de administración, promoción y evaluación del proyecto,

con el fin de darle un seguimiento más constante que evalúe al proyecto permanentemente para ir realizando actividades que reorienten las acciones y justifiquen la existencia de este, ya que como se verá posteriormente el proyecto muestra resultados favorables que indican la viabilidad de éste.

IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO TURÍSTICO

Mucho se ha discutido acerca de los impactos ambientales que causa el turismo. La realidad es que la cuantificación de este impacto es muy difícil medirlo. Algunos intentos se han presentado en términos de medir capacidad de carga de un sitio, no obstante esta medida. Esta en función de la afluencia de visitantes y no toma en cuenta otros factores. De acuerdo con Hunter (Citado en Pérez de las Heras 1998) existen tres tipos de impactos donde se pueden englobar todas las acciones negativas hacia el ambiente: los derivados de la infraestructura y los servicios turísticos; los que provienen de las propias actividades de los turistas y las que se generan por la cantidad de visitantes a un sitio. Estos impactos, a su vez pueden presentarse a corto, mediano o largo plazo. Pueden ser regionales o locales y directos o indirectos. Esta variedad de formas en que impactan las actividades turísticas, hace muy difícil su medición.

En el proyecto se han tomado medidas de prevención que se desarrollaron a la par del diseño del proyecto. Algunas, se han podido llevar a cabo y otras requerirán de más tiempo para su implementación.

Referente a la infraestructura el proyecto ha concentrado ésta en un sitio que ya estaba perturbado por que ahí se encontraba un vivero, con esto se busca focalizar el impacto en un solo sitio. Aunque el diseño original de la infraestructura buscaba incorporar tecnologías apropiadas para el uso del agua, la energía y los residuos, no se han agregado debido a los costos de inversión relativamente altos, como es el caso de la energía solar. Para el manejo de los residuos sólidos derivados del uso de baños, se fabricaron letrinas ecológicas secas que no utilizan agua y los desechos pueden ser utilizados como abono. La basura se separa y los residuos orgánicos se van a los más de diez composteros que tiene el Centro Ecoturístico Pantzingo. En relación con el agua todavía no existe una forma de tratamiento aunque se buscan recursos para poder construir una planta tratadora que pueda reutilizar el agua.

Para minimizar los impactos en el número de visitantes se ha optado por buscar la calidad más que la cantidad y el control estricto de los grupos. Se trata de vender paquetes con todo incluido con el fin de con-

trolar los efectos de los visitantes. Además, la diversificación del público nos permite realizar diferentes actividades que impactan en menor medida algunos sitios de atracción turística. Sin embargo, la educación ambiental, consideramos puede ser la vía para minimizar impactos. Esto se enfatiza en el sendero interpretativo y en muchas de las actividades que se realizan. Debido a que los volúmenes de visitantes no son muy altos todavía no han sido importantes los impactos, sin embargo, se tienen algunos estudios de posibles implicaciones de la visita en la zona.

DESARROLLO DEL PROYECTO

En esta sección se presentan algunos de los datos relevantes acerca del desarrollo del proyecto y que buscan mostrar cual ha sido la dinámica de éste. La visita turística muestra un crecimiento con tendencia exponencial en donde a partir del segundo año la tasa anual se incrementa observándose el máximo crecimiento entre el año 2001 y 2002 (figura 2). Esto indica un aumento importante que sin embargo, si consideramos el número de visitantes por año, está muy por debajo del potencial, ya que el índice de ocupación para el año 2002 fue de 21%.

Las visitas todavía se distribuyen en períodos específicos que se relacionan con la semana santa, la fiesta del señor de los milagros, que es en septiembre y el periodo vacacional de diciembre. En el año 2002 ingresaron por concepto de visitas más de \$ 400,000 con una ocupación baja y realizando una gran cantidad de cortesías que ascendieron a 30% del total de visitas. Esto indica que si se cobraran todas las visitas a la comunidad, tomando como precio por día por persona el de \$ 150.00, el ingreso aproximado hubiera sido de \$ 915,000.00. Esto muestra que a una ocupación del 50% el ingreso que puede recibir la comunidad sería de aproximadamente \$ 1,200,000.00. No obstante, las cifras son bajas en términos de cobro por día por persona.

Este análisis muy general indica que el proyecto de ecoturismo puede ser viable, en la medida que se pueda mejorar el servicio y ocupar mercados, como el internacional que permitiría obtener utilidades mayores.

COMERCIALIZACIÓN

Para la comercialización del producto se inició con un análisis de los precios de este tipo de productos. Debido a que los precios varían de

acuerdo con la calidad de los servicios, el precio fijado se obtuvo de comparar nuestro servicio con otros y se fijo dentro de los precios más bajos del mercado con la idea de aumentarlo en etapas subsecuentes. Esta decisión se baso en que a la comunidad le parece que el precio que se cobra por un servicio de estas características es muy alto y lo ven injusto. Debido a esto consideramos prudente fijar un precio bajo hasta que la comunidad no se viera inmersa en este mercado para ajustar el precio. La ruta que se ha seguido para la comercialización ha buscado la relación directa con el usuario, aun así, la experiencia nos ha indicado que tendremos que entrar en mercados más complejos para ofertar el producto. En las estrategias de comercialización se ha buscado el apoyo de las dependencias gubernamentales como SECTUR quien nos ha invitado a ferias y a otro tipo de eventos de promoción. Actualmente, el proyecto está adquiriendo prestigio y la comunidad ha sido invitada a participar en casi todos los eventos que tienen que ver con el turismo rural.

Además de utilizar esos medios, se realizó publicidad impresa que se ha distribuido en los eventos a los que acude la comunidad. En lo referente a la parte de educación ambiental, se ha realizado un convenio con gente especializada que es la encargada de traer grupos escolares. El área de comercialización y promoción es una de las prioridades por desarrollar, ya que se ha visto que es necesario incursionar en el medio de manera más eficiente.

CONSIDERACIONES FINALES

El proyecto de ecoturismo de la CINSJP surgió como una necesidad de diversificar las actividades productivas de la comunidad, para disminuir la presión sobre el bosque y continuar generando empleos de manera local. En este sentido, el proyecto esta generando empleos directos e indirectos en un nivel aceptable si consideramos el grado de desarrollo en que se encuentra. Sin embargo, la comunidad, a pesar de tener experiencia en la comercialización de los productos forestales, le ha sido más complicado el proyecto turístico. Esto, se debe a que el mercado de la industria turística es muy agresivo y de una alta dinámica que requiere de estrategias de ventas muy complejas, en donde se aprecia que las comunidades no se sienten cómodas. Esto se ha observado con el acercamiento de algunas agencias en donde no existe compromiso por el tipo de viaje que se puede ofrecer, en esas negociaciones el dinero de las comisiones es el centro de discusión. En el estado actual presenta un crecimiento importante, en donde se puede observar que se está ubicando en un nicho de mercado importante, como el de las visitas

de intercambio de experiencias que muy pocos sitios pueden ofrecer. El otro mercado importante es el de la educación ambiental que aunque hasta el momento no es un tipo de visitante frecuente, se considera que tiene un alto potencial en posesionarse en ese mercado.

Los resultados muestran un potencial turístico en términos ambientales y con grandes posibilidades en ofrecer atractivos de tipo cultural, sin embargo será necesario elaborar un programa de rescate cultural. Es difícil evaluar actualmente el impacto que se ha tenido en la conservación, ya que el nivel de desarrollo del proyecto no lo permite, no obstante la comunidad está conciente de la necesidad de conservar los bosques y aprovecharlos de la mejor manera y en ese contexto el proyecto de ecoturismo se inserta con la tendencia de ser un proyecto productivo que apoye a la conservación de los ecosistemas y que pueda ser manejado y controlado por la propia comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Ceballos-Lascurain, H. 1998. *Ecoturismo, naturaleza y desarrollo sostenible*. Editorial Diana, México. 185 pp.
- Haulot, A. 1991. *Turismo social*. Editorial Trillas, México. 182 pp.
- INEGI 2000. *Datos estadísticos de población 2000*. INEGI, Aguascalientes.
- Martínez, T. T. 2001. *Manual para la identificación, formulación y evaluación de empresas de turismo rural en México*. Centro de Estudios Superiores en Turismo. SECTUR, México. 433 pp.
- OMT 2000. *Datos Esenciales 2000*. Segunda edición. Organización Mundial de Turismo. 28 pp.
- Pérez de las Heras, M. 1998. *La Guía del Ecoturismo o cómo conservar la naturaleza a través del turismo*. Ediciones Mundi-Prensa, España. 277 pp.
- SECTUR 2001. Estudio estratégico de viabilidad del segmento de ecoturismo en México. Centro de Estudios Superiores en Turismo. SECTUR, México. 14 pp.
- Toledo, V. M. 1997. Sustainable development at the village community level: A third world perspective. En: Fraser Smith (ed.). *Environmental Sustainability. Practical Global Implications*. St. Lucie Press, Florida. Pp. 233-251.
- Western, D. 1996. Defining Ecoturism. En: Kreg Linberg y Donald Hawkins (eds.). *Ecoturism: A guide for planners and managers*. The Ecoturism Society. 7-11 pp.

El manejo del venado cola blanca: la experiencia de una comunidad indígena para el manejo y uso sustentable de la vida silvestre

*Antalya González, Jaime Lobato,
Alejandro Velázquez y Alejandro Torres*

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la preocupación de diferentes sectores sociales ante la crisis ambiental por la que atraviesa la humanidad hace necesaria la búsqueda de alternativas que favorezcan la protección, conservación y uso sustentable de los recursos naturales, en especial en regiones con fuertes presiones ambientales, sociales y económicas. Este es el caso de países intertropicales como México, cuya diversidad biológica se manifiesta por la presencia de una gran riqueza de ecosistemas y por un gran número de especies, más del 12% de la biota mundial (Toledo y Ordóñez 1998). Esta formidable biodiversidad, casi la décima parte del total mundial, llevó a Mittermeier (1988) a considerarlo entre los siete países con mayor diversidad biológica del mundo, después de Brasil y Colombia, y precediendo a Indonesia, Madagascar, Zaire y Australia.

La primera aproximación hacia la conservación de los ecosistemas se dio a través de la creación de las Áreas Naturales Protegidas (ANP). Las primeras de nuestro país se decretaron a finales del siglo XIX (1876), y durante el mandato del general Lázaro Cárdenas, en los años treinta, se decretaron más del 30% de las mismas. El objetivo fundamental de las ANP es la conservación de la diversidad biológica que albergan y de acuerdo con Bocco *et al.* (2000) las comunidades indígenas y campesinas, en el marco de las estrategias de conservación y manejo de los sistemas na-

turales, pueden y deben operar como aliadas de la protección biológica y ser fundamentales para preservar los agroecosistemas tradicionales y la diversidad genética in situ. Un hecho incuestionable es que gran parte de la riqueza natural del país esta manejada por campesinos e indígenas, lo que implica que el manejo de los recursos por parte de estas comunidades rurales definirá en buena medida la conservación de los ecosistemas forestales en México (Carabias *et al.* 1994).

La Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP) en la búsqueda de alternativas para el manejo sustentable de sus recursos en 1994 firmo un convenio de colaboración con el Instituto de Ecología de la UNAM, con el fin de realizar trabajos científicos que aportaran las bases para un manejo planificado de los recursos naturales que fuera compatible con el aprovechamiento forestal que realiza la comunidad desde hace algunos años y ofreciera además la oportunidad de generar un programa de conservación de la diversidad biológica de la región. Bajo este esquema la comunidad implemento un criadero de venado cola blanca (VCB) con fines de reproducción e investigación de la especie y su posterior reintroducción en áreas de la comunidad. Este criadero de venado marcó el inicio del manejo de un recurso por ellos subestimado, el de la fauna silvestre.

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) es un mamífero herbívoro de gran tamaño y hábitos diurnos. Su longitud total es de 0.85 - 1.5 m, su cola mide entre 10 y 15 cm (Ceballos *et al.* 1984), y tiene un peso que varía de 25 a 60 kg (Coates-Estrada y Estrada 1986). Los machos son aproximadamente 20 a 30% más grandes que las hembras y presentan astas con un eje principal del que salen varias puntas (6-10), muy simétricas en su curvatura y en el desarrollo de las puntas, formando una canasta cerrada y regularmente pequeña (Coates-Estrada y Estrada *op. cit.*, Smith 1991). La coloración varía de café rojizo a café grisáceo dependiendo de la región en donde habita y la época del año, y de color blanco en las regiones centrales del cuerpo y de la cola. El período de gestación es de 195 a 212 días y su reproducción es anual, de una a tres crías por parto. Las crías recién nacidas presentan una coloración café oscura con manchas blancuzcas a los costados y en la espalda (Galindo y Weber 1998).

El rango de distribución del VCB se extiende hacia el norte en la franja semiárida de Estados Unidos de América, y hacia el sur en bosques lluviosos y otras asociaciones ecuatoriales de Centro y Sudamérica. (McCabe y McCabe 1984). En México abarcaba toda la República

(Leopold 1959, Tinker 1978), desde las regiones subtropicales del sur hasta el norte semiárido, ocupando una enorme variedad de ecosistemas, con la única posible excepción de los climas xéricos de Sonora, Chihuahua, Durango, Coahuila y Baja California, ocupados principalmente por el venado bura (*Odocoileus hemionus*) (Galindo y Weber *op. cit.*).

El VCB juega un papel importante en las comunidades campesinas e indígenas como fuente complementaria de alimento y como parte clave de sus tradiciones. Ecológicamente representa la fuente de alimento para diversos depredadores, además interviene como dispersor de semillas (Villareal 1996 y 1997, Rodríguez-Soto *et al.* 1998). Entre otras razones y por su gran adaptabilidad, tamaño, amplia distribución, la aceptación de su carne para consumo humano y por que sus astas son consideradas como trofeo cinegético, el VCB es una de las especies que más intensamente se han manejado, tanto en criaderos como en vida silvestre (Reyna 1997).

En 1995 con el inicio del proyecto denominado Implementación de un criadero de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con fines de repoblamiento en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro se logró darle un enfoque biológico al manejo en cautiverio de la especie y su aprovechamiento como pie de cría, con todas las características biológicas apropiadas para liberarse y repoblar áreas protegidas dentro de los terrenos de la comunidad. La subespecie *Odocoileus virginianus sinaloe* presente en la región de estudio esta catalogada como una de las subespecies con pocas posibilidades para su conservación, recuperación e incremento debido a que en el área que habita existe alta densidad de población, una marcada destrucción del hábitat y cambios de uso del suelo, además de la cacería de subsistencia (Reyna *op. cit.*). Ante esta situación se hace necesaria una estrategia de conservación y manejo de las poblaciones de venado. El primer paso para llevar a cabo esta estrategia fue la elaboración del proyecto para implementar un criadero de venado con fines de repoblamiento.

MÉTODOS

Para la formación del pie de cría se eligieron animales de la región con la finalidad de asegurar la conservación de la subespecie y su variabilidad genética. El criadero tipo que se manejaría sería "semi-intensivo", dado que se controlarían algunas variables y se les proporcionaría un complemento alimenticio. Para conseguir el pie de cría se recorrieron los munic-

pios aledaños a la región y mediante la elaboración de un cuestionario que se les aplicó a los poseedores de venado, se indagó el desarrollo del hato y la pureza del mismo. Posteriormente se elaboró un programa reproductivo para un período de cuatro años a partir de la fecha en que ingresaron al criadero, siendo prioritario de este programa un plan de cruzas para evitar el entrecruzamiento de parentela (Legates y Warwick 1992). Esto se logró llevando un estricto registro del origen de todos y cada uno de los ejemplares, con la finalidad de tener una población genéticamente pura. Para el diseño de los corrales y material a utilizar se consultó bibliografía y se tomó en cuenta la conducta del venado en vida silvestre, el uso del hábitat como refugio, las relaciones sociales entre machos en época de celo, de hembras en época de crianza y actividad diurna del animal.

Se elaboró un listado florístico de las especies consumidas por el venado mediante la revisión bibliográfica y se llevaron a cabo pruebas de palatabilidad y distribución de las especies dentro del criadero. Para el transporte de los ejemplares a los corrales se utilizó un equipo de sujeción física, redes manuales, cajas de transporte y un corral de manejo para recluir a los ejemplares, también se utilizó con la mayoría de los ejemplares un equipo de sujeción química (Teleinject Inc.) más confiable, accesible y menos traumático para el venado. Se elaboró un formato para determinar el comportamiento (etología) de los ejemplares. El método elegido para determinar su comportamiento fue "Muestreo de todas las ocurrencias de algunos comportamientos" (Washington Park Zoo y Minnesota Zoo 1983). Este método permitió visualizar las relaciones entre los venados fundadores y el nuevo pie de cría.

Con respecto a la reproducción, todos los eventos se registraron en una tabla reproductiva que permitió determinar la época del año en que ocurren y compararlos además con datos recabados de la población silvestre por medio de registros que se obtuvieron a través de los cazadores y campesinos. El monitoreo de la alimentación se llevó a cabo mediante un formato y se registró el alimento concentrado comercial consumido por días y meses del año, así como los registros visuales del ramoneo. Se llevó a cabo un registro con la historia clínica de cada animal.

Para el seguimiento del programa de repoblamiento es importante destacar que la evaluación cuantitativa del hábitat de la vida silvestre ha surgido como un importante componente en la planeación del manejo de la tierra. Como resultado de esto se han desarrollado varios modelos para la evaluación del hábitat. Uno de estos modelos es el "Método de evaluación del hábitat del venado cola blanca" modificado por Mandu-

jano (1994). Éste método consiste en evaluar las unidades espaciales elegidas mediante siete atributos, entre otros, que se consideran como los más importantes para el venado.

Las unidades espaciales utilizadas fueron comunidades vegetales descritas para la zona por Fregoso (2000). A cada una de estas comunidades se les calificó de acuerdo con los valores propuestos por Mandujano (1994). Se les aplicó un índice de calidad de hábitat (ICH) según el método y para ello se tomaron en cuenta los siguientes elementos:

I. Riqueza de especies en la dieta del venado. Número de especies que son alimento del venado del total de especies vegetales en el área de estudio. En un primer paso se estableció qué especies constituían la dieta del venado a partir de la revisión del trabajo realizado por Reyna (1997). Posteriormente, trabajando sobre el listado florístico de especies por comunidades que reporta Fregoso (2000) se determinó qué especies están presentes en las comunidades vegetales a fin de obtener el número de especies comestibles por comunidad. Finalmente los valores de riqueza se agruparon en tres clases y fueron ponderados según los criterios establecidos por Mandujano (1994).

- a. 1-6 = 2
- b. 7-13 = 6
- c. > 13 = 10

II. Cobertura foliar de las especies que consume el venado. Se utilizó la cobertura foliar de las plantas que forrajea el venado como un indicador de la cantidad de alimento. Se estableció la cobertura foliar para cada una de las comunidades a partir de la descripción de éstas realizadas en el trabajo de Fregoso (2000).

Finalmente los porcentajes se clasifican en tres intervalos y se ponderan siguiendo el método de Mandujano (1994).

- a. < del 5% = 2
- b. entre 5% y 50% = 6
- c. > 50% = 10

III. Accesibilidad de las especies que consume el venado. Existe un rango de altura donde el venado puede forrajear con mayor facilidad. Este rango está determinado por las capacidades físicas del animal. Excedido este rango habrá un estrato donde el alimento será inalcanzable

para el venado (arriba de los 2 m de altura), por debajo de éste hay un rango óptimo, alturas menores a 1.5 m, y un subóptimo, entre 1.5 y 2 m. Estas tres categorías fueron ponderadas igualmente.

- a. > de 2.00 m = 2
- b. entre 1.5 y 2.00 m = 6
- c. < de 1.5 m = 10

IV. Áreas de reproducción y crianza. Para esta evaluación se tomó en cuenta la descripción de Fregoso y se consideró igualmente la participación en cobertura de cada uno de los estratos, dándole vital importancia al estrato arbustivo (Fregoso *op. cit.*).

a. Sitios sin cobertura arbórea, sotobosque muy bajo (< 0.5 m) y poco denso = 1.

b. Sitios con cobertura arbórea escasa, sotobosque desarrollado, alimento escaso y poca protección = 3.

c. Sitios con cobertura arbórea y arbustiva densa, alimento abundante y disponible, protección contra el clima y depredadores, disponibilidad de agua = 5.

V. Disponibilidad de fuentes de agua. Por la dificultad de adjudicar un valor de este atributo para cada comunidad debido a la naturaleza de información de que se disponía, se optó por contemplar tres escenarios siguiendo las tres categorías que establece Mandujano (1994): ninguna fuente de agua, fuentes de agua temporales y fuentes de agua permanentes, con un valor de 1, 3 y 5 respectivamente.

VI. Heterogeneidad del hábitat. Se mide la heterogeneidad combinando dos características de su estructura: número de estratos presentes y nivel de cobertura del bosque. La información se obtuvo a partir de la descripción de Fregoso (2000) y se establecieron tres clases con su respectiva valoración. Se consideró que a mayor cobertura y número de estratos presentes mayor es la heterogeneidad, y a su vez mayor es el beneficio para el venado.

a. Bosque abierto, cobertura escasa, estrato principalmente herbáceo y rasante = 1.

b. Bosque cerrado o muy cerrado con 3 estratos = 3.

c. Bosque cerrado o muy cerrado con 4 estratos bien definidos = 5.

VII. Factores antropogénicos. Debido a que la región es de uso forestal y agrícola, aguacatales y frutales entre otros, el factor antropogénico es permanente, por lo mismo se consideró presente de una manera u otra

en todas las comunidades y se adjudicó un valor de 1 para todas ellas, siguiendo el criterio de Mandujano (1994).

Para todos los atributos se establecieron tres clases. Los primeros tres atributos se calificaron con valores del 2 al 10, mientras que los siguientes cuatro se estimaron del 1 al 5, esto con la finalidad de darle más peso al alimento (60%), con respecto de los otros atributos (Mandujano 1994). Cabe destacar que en el caso de la evaluación del atributo II y III fue necesario sacar un valor promedio por cada comunidad a partir de los valores de los atributos de las especies presentes en cada comunidad.

Una vez en este punto, y siguiendo las directrices de Mandujano (1994), se calcularon dos subvalores utilizando dos grupos de atributos. El valor 1 es el promedio de los tres primeros atributos, y el valor 2 de los cuatro restantes.

$$\text{Valor 1} = \text{I} + \text{II} + \text{III} / 3$$

$$\text{Valor 2} = \text{IV} + \text{V} + \text{VI} + \text{VII} / 4$$

El índice de calidad de hábitat (ICH) se obtiene de multiplicar la suma de los valores 1 y 2 por 2/3 para obtener valores entre 1 y 10.

$$(\text{Valor 1} + \text{Valor 2}) * 2/3$$

Posteriormente el valor del IC obtenido para cada comunidad se asignó a alguna clase de la calidad de hábitat (alta, media o baja), las clases sirvieron para visualizar el número de requerimientos del venado que son satisfechos en la comunidad vegetal analizada.

RESULTADOS

El pié de cría se eligió de entre diez productores de VCB cuyos ejemplares no hubieran presentado problemas de consanguinidad. Se eligieron dos de la ciudad de Uruapan. El origen de los ejemplares fueron los bosques de la región. El hato consistió en 22 ejemplares. Se construyeron tres corrales de reproducción en un área de tres hectáreas aproximadamente, con vegetación típica de un bosque de Pino-Encino.

Corral 1: con una extensión de una hectárea con dos cañadas, escurrimientos de agua hacia la parte suroeste, se respetó la vegetación original y se le agregaron dos comederos de madera uno de ellos con un cobertizo, además se construyeron dos bebederos de cemento.

Se delimitaron con malla ciclónica con una abertura de 2 pulgadas de ancho y con una altura de 2.5 metros.

Corral 2: su extensión es de 1.25 ha, y al igual que el anterior se respetó la vegetación original, se comunica con el corral 1 al lado oeste y con el 3 al lado este. También tiene dos comederos y dos bebederos.

Corral 3: tiene una superficie aproximada de 0.75 ha, el terreno es irregular y el sotobosque es denso. Dentro de este corral fueron construidos los corrales de adaptación. En estos tres corrales se encuentran separados los venados por grupos de reproducción.

El resultado es satisfactorio ya que se alimentan de la vegetación original, consumiendo concentrado comercial como complemento alimenticio. Asimismo se ven favorecidos por las condiciones del terreno proporcionándoles así áreas de refugio y alimento.

Se construyó un corral de manejo con la finalidad de facilitar la manipulación de los ejemplares tanto física como química, consta de una superficie de 200 m² y se encuentra entre el 1 y el 2. En un principio el uso de este corral causaba nerviosismo en los ejemplares, cuando los ejemplares se acostumbraron a entrar y salir de este corral se facilitó su manejo dentro de él.

El plan de cruza se elaboró de manera que se evitará la cruce entre parientes, separando a los ejemplares en grupos reproductivos. Un macho con cuatro hembras en un corral y un macho con cinco hembras en otro corral. En tanto que dos ejemplares juveniles sobrantes y aquellos cervatos que cumplieran 15 meses de nacidos deberían separarse para evitar la cruce entre parientes.

Se estimó la tasa de natalidad anual promedio, considerando que las hembras primerizas dan a luz un solo cervato y que los eventos gemelares suceden hasta la segunda temporada reproductiva en adelante siendo rara la hembra que da a luz tres cervatillos (Leopold 1959).

El programa de monitoreo se lleva a cabo por parte de la comunidad para darle seguimiento a los aspectos de conducta, historia clínica, alimentación y reproducción.

Con respecto a la reproducción se observó que las hembras entran en celo en el mes de diciembre, los apareamientos ocurren en los meses de enero y febrero y tras un período de gestación de 198 días en promedio los partos suceden en los meses de julio y agosto, esto coincide con las fechas de apareamiento de las poblaciones silvestres observadas en la zona.

En cuanto a la alimentación los ejemplares hicieron uso del forraje natural agregando a su dieta un complemento alimenticio (alimento comercial) suministrado. Se verificó que el concentrado aportara un 17% de proteína, requerimiento ideal para esta especie (Clemente 1995).

Una de las alternativas viables para mantener la pureza genética del hato original consiste en establecer un programa de liberación y repoblamiento de los venados producidos en el criadero. Para este fin se propuso extraer machos reproductores para mantener el control de la población dentro del criadero de lo contrario se podría conducir a la alteración de conductas naturales como son el forrajeo y el comportamiento críptico de las crías.

Los principales resultados de los elementos identificados se muestran a continuación:

Riqueza de especies (I). De las ocho comunidades, una presenta el valor intermedio (7-13 especies) (*Baccharis heterophylla-Phacelia platycarpa*), y las siete restantes manifestaron el valor alto (> 13 especies) (*Carpinus carolineana-Asplenium praemosum*, *Pinus hartwegii-Calamagrostis toluensis*, *Abies religiosa-Asplenium castaneum*, *Pinus montezumae-Dryopteris* sp., *Pinus montezumae-Cestrum nitidum*, *Pinus pseudostrobus-Ternstroemia pringlei*, *Abies religiosa-Galium mexicanum*, *Pinus leyophylla-Piptochaetium virescens* y *Stevia rombifolia-Aegopogon cenchroides*). Ninguna presentó valor más bajo (1-6 especies). En apariencia la causa del menor valor de la comunidad es el grado de perturbación debido a las actividades antrópicas. *Baccharis heterophylla-Phacelia platycarpa* es una comunidad sujeta a intensos usos antrópicos como la tala, la ganadería y las plantaciones de aguacate.

Cobertura foliar (II). La evaluación de este atributo mostró que todas las comunidades presentan una cobertura foliar de entre el 5% y el 50%, esto significa que la cantidad de alimento se presenta en forma moderada alta.

Accesibilidad promedio de las especies que consume (III). En este caso dos comunidades presentan los valores más altos (< 1.5 m altura) (*Abies religiosa-Galium mexicanum* y *Abies religiosa-Asplenium castaneum*) y las seis restantes todas tienen el valor más bajo (> 2 m altura). Ninguna de las comunidades presenta valor intermedio (1.5 – 2 m altura).

Áreas de reproducción y crianza (IV). Cuatro comunidades presentan el valor más alto (*Pinus montezumae-Dryopteris* sp., *Pinus montezumae-Cestrum nitidum*, *Abies religiosa-Galium mexicanum*, *Carpinus carolineana-Asplenium praemosum*), lo cual es causado por la abundancia del estrato arbustivo. Tres comunidades tienen valor intermedio (*Abies religiosa-Asplenium castaneum*, *Pinus pseudostrobus-Ternstroemia pringlei* y *Pinus leyophylla-Piptochaetium virescens*), debido al dominio de la cobertura del estrato herbáceo sobre los dos restantes. Finalmente

una comunidad (*Baccharis heterophylla-Phacelia platycarpa*), muestra el valor más bajo, causado por el porcentaje alto de estrato herbáceo y muy bajo y en ocasiones ausentes, de estratos arbóreo y arbustivo.

Disponibilidad de fuentes de agua (V). Los polígonos de la comunidad de *Baccharis heterophylla-Phacelia platycarpa* presenta el valor mínimo, independientemente de donde se encuentren, porque dado el carácter de la comunidad se supone asociada a sustratos de escasa disponibilidad hídrica, que en nuestro caso se considera nula disponibilidad para el venado.

Heterogeneidad del hábitat (VI). Tres comunidades presentan valores altos (*Abies religiosa-Asplenium castaneum*, *Pinus pseudostrobus-Ternstroemia pringlei* y *Pinus leyophylla-Piptochaetium virescens*), porque son descritas como bosques cerrados con cuatro estratos bien definidos. Otras cuatro manifestaron valores intermedios (*Pinus montezumae-Dryopteris* sp., *Pinus montezumae-Cestrum nitidum*, *Abies religiosa-Galium mexicanum* y *Carpinus carolineana-Asplenium praemosum*), son caracterizadas como bosques cerrados, pero con tres estratos. Finalmente, la comunidad restante (*Baccharis heterophylla-Phacelia platycarpa*), presenta el valor más bajo debido a que esta categorizada como un bosque abierto, con dos estratos y de baja cobertura (Fregoso *op. cit.*).

Factores antropogénicos (VII). Todos de los polígonos de todas las comunidades vegetales presentan algún tipo de perturbación de carácter antrópico, por lo que todo el área presenta un valor uniforme.

Índice de calidad de hábitat. Es de destacar que los distintos valores otorgados al agua, según los tres escenarios considerados, no provocan ningún cambio en los valores finales del índice de calidad de hábitat (ICH).

En cuanto a las categorías resultantes de calidad de hábitat (cuadro 1), dos comunidades presentaron un ICH alto, las dos dominadas por abetos (*Abies religiosa-Asplenium castaneum* y *Abies religiosa-Galium mexicanum*) con idéntico valor numérico de ICH. Pero en cuanto a la extensión que ocupan presentan una gran diferencia, pues la primera apenas ocupa 7 ha (0.06% de la superficie forestal), en tanto que la segunda se extiende por 2,820 ha (26%).

Cinco comunidades mostraron un valor medio de ICH, las cuatro caracterizadas por el género *Pinus* y una de *Carpinus* (*Pinus montezumae-Dryopteris* sp. (160 ha, 1.5%), *Pinus montezumae-Cestrum nitidum* (2,046 ha, 18.8%), *Pinus pseudostrobus-Ternstroemia pringlei* (1,369 ha, 12.6%), *Pinus leyophylla-Piptochaetium virescens* (3,533 ha, 32.5%) y *Carpinus carolineana-Asplenium praemosum* (569 ha, 5.2%), las cuatro

CUADRO 1. CLASES DE LA CALIDAD DE HÁBITAT

ICH	CLASE	NECESIDADES SATISFECHAS
7.4-10	Alto (A)	6-7
4.8-7.3	Medio (M)	4-5
2.0-4.7	Bajo (B)	1-3

primeras con valor numérico de ICH idéntico, y la última de éstas fue la única que obtuvo un valor numérico de ICH distinto. Las comunidades con índice de valor medio correspondieron a las caracterizadas por las especies de *Pinus* y *Carpinus*. En el caso de los pinares todos obtuvieron la misma calificación numérica del ICH (6.33). Comparten el mismo valor para los atributos de riqueza (alto) y accesibilidad (bajo). Presentan diferentes valoraciones en áreas de reproducción y crianza y heterogeneidad, de forma que se compensa para cada comunidad, pues cuando el valor de uno de estos atributos es alto el del otro es bajo. Finalmente una única comunidad, *Baccharis heterophylla-Phacelia platycarpa*, presentó un valor bajo de ICH, y su extensión es de 364 ha (3.4%).

El número de necesidades satisfechas para cada categoría de ICH coincide con lo establecido por Mandujano (1994): seis en las de categoría alta, cinco para las de categoría media y tres para la categoría baja. El tipo de necesidades satisfechas coincide por categorías de ICH, para el valor alto los atributos del I al VI (riqueza de especies, cobertura foliar, accesibilidad, áreas de reproducción y crianza, fuentes de agua y heterogeneidad), el valor medio es satisfecho para los atributos I, II, IV y VI, (riqueza de especies, cobertura foliar, áreas de reproducción y crianza, y heterogeneidad) y finalmente el valor de ICH bajo sólo es satisfecho para los atributos I, II y V (riqueza de especies, cobertura foliar y fuentes de agua). Cabe señalar que el atributo III, accesibilidad promedio sólo es satisfecho en las comunidades de calidad alta. Finalmente, el atributo VII (factores antropogénicos) al considerarse presente en todo el área de estudio obviamente no tiene carácter satisfactorio para ninguna comunidad.

DISCUSIÓN

El manejo de esta especie con fines de recreación, de educación o de producción involucra recientemente a comunidades indígenas y a poblaciones rurales del país (Reyna *op. cit.*). El estudio y manejo de las poblaciones de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en México, son actividades que se han incrementado en las últimas décadas como resultado del interés por el aprovechamiento sostenido y la conservación (Mandujano 1998). Es interesante hacer notar que el presente trabajo surge como respuesta a una demanda expresada por la propia comunidad (CINSJP), lo que le otorga un carácter peculiar por diversas razones. Más allá de su naturaleza académica es una respuesta a una necesidad y una iniciativa proveniente de la CINSJP, y al mismo tiempo es la manifestación de la imprescindible interacción (bidireccional) entre academia y sociedad, potenciando una estrategia de manejo fundamentada en la participación de todos los actores involucrados.

Las dos comunidades que obtuvieron una valoración alta en la calidad de hábitat fueron aquellas dominadas por *Abies religiosa*. Las comunidades de *Abies religiosa-Asplenium castaneum* y *Abies religiosa-Galium mexicanum* representan los sitios que por sus características son capaces de soportar en mejores condiciones una población de venado. Estas comunidades le brindan al venado los requerimientos necesarios para su sobrevivencia. Se desarrollan en condiciones de elevada humedad en laderas o cañadas umbrías con alta inclinación (10°-45°) que brindan protección de la acción de vientos fuertes, de la insolación intensa y de la fluctuación en la temperatura, condiciones que Sánchez-Rojas *et al.* (1997) reportan como preferidas por el venado. Además, el valor obtenido de la riqueza de especies muestra que casi el total de las especies consumidas por el venado están presentes en estas comunidades, de esta manera las hembras pueden realizar un uso selectivo de las plantas susceptibles de servir de alimento, adecuando dicha selección a la distribución y abundancia temporal de las plantas.

Esto le permite satisfacer sus requerimientos energéticos y diversificar su dieta, en caso de tener cervatos (Soto-Werschitz 2000). Además, observamos que el valor de accesibilidad para ambas comunidades es alto, siendo las dos únicas comunidades que presentan esta valoración. En cuanto a su extensión la comunidad de *Abies religiosa-Asplenium castaneum* es apenas apreciable (0.06% del total forestal), en tanto que la segunda comunidad, *Abies religiosa-Galium mexicanum*, representa

el 26%. Por lo que para fines prácticos parecería que el área de esta comunidad por calidad y extensión total es la más idónea para el repoblamiento del venado.

Las comunidades con ICH medio son las comunidades de las distintas especies de *Pinus* y los de *Carpinus*. En el caso de las comunidades de pino parece ser en nuestro caso concreto, que el atributo que marca la diferencia entre valoración alta y media, es la accesibilidad promedio del alimento. En el caso de la comunidad de *Carpinus* lo que establece la diferencia de calidad con la clase alta de los abetos, es la accesibilidad promedio.

La comunidad de *Baccharis heterophylla-Phacelia platycarpa* fue la única en presentar una calidad de hábitat baja. Este resultado es debido a que esta comunidad presenta los valores, en comparación con las otras comunidades, más bajos para cada uno de los atributos, aunque presenta valores medios para la riqueza de especies y cobertura. Además, hay que destacar que ecológicamente esta comunidad está asociada a lugares de escasa disponibilidad hídrica (Velázquez comunicación personal), por lo que, inicialmente, la disponibilidad de agua por parte del venado es menor. Es una comunidad que no siempre presenta estrato arbóreo, y cuando lo hace muestra coberturas bajas, del orden de 20% (Fregoso 2000). Así mismo, esta comunidad tiene una extensa actividad antrópica de diversos tipos, tala, ganadería, agricultura, etc. Aquí, lo limitado de los recursos induciría a pensar que el venado empleara mecanismos para regular el crecimiento poblacional, algunos de estos mecanismos han sido reportados por Mandujano *et al.* (1995) para poblaciones de esta especie en otras localidades y son una alta mortandad de cervatillos durante la época más crítica del año, mayor mortandad de machos juveniles, y que no todas las hembras tienen cervatillos todos los años.

Por todo lo expuesto anteriormente esta comunidad sería la menos apta y recomendable para el repoblamiento. No obstante se ha comprobado la existencia de ramoneo de forma regular en esta comunidad (Fregoso 2000), lo que nos indica que el venado la utiliza al menos como fuente de alimento si tiene necesidad.

Con base en el modelo de hábitat óptimo, se esperaría que esta especie realice un mayor uso de las comunidades con un ICH alto, un menor uso en aquellas con un ICH bajo y un uso intermedio en aquellas con un índice ICH medio. Observaciones realizadas en la zona (Fregoso 2000), nos indican que la distribución del venado no se limita a los hábitat con una calidad alta sino que su actividad se extiende en alguna medida a

todas las comunidades independientemente de la valoración que nosotros le hemos otorgado. Esto se explicaría por la naturaleza altamente fragmentada de las comunidades en nuestra área de estudio, lo que obliga al venado a utilizar espacialmente diversas comunidades de manera complementaria y de acuerdo con el beneficio que se obtenga de cada una de ellas (Bello *et al.* 2000).

En el caso de los tres escenarios distintos considerados de la disponibilidad de agua, no hubo variación de calidad para ninguna de las comunidades. Este resultado parece contradictorio con el hecho de que la disponibilidad de agua es un factor determinante para la presencia de poblaciones de venado. Esto nos sugiere que quizá se podría adjudicar un mayor peso al atributo agua en el cálculo del índice. Otra alternativa, que de manera indirecta adjudicaría una mayor capacidad al agua, y también al resto de atributos, para determinar más finamente los tipos de calidad, consistiría en aumentar de tres a cuatro los intervalos de valoración para cada atributo. Respetando los límites mínimos y máximos para así mantener el significado y estructura algorítmica del índice.

En nuestro caso concreto, el ICH parece discriminar bien las comunidades claramente altas y bajas de calidad, pero quizá agrupa de manera más forzada para el caso de valores medios. Quizá bajo el esquema propuesto de aumento de los intervalos de valoración se desagregaran las comunidades de valor medio en dos: de valor medio-alto y medio-bajo. La falta de información suficientemente detallada nos ha impedido realizar el cálculo del ICH bajo estas sugerencias.

CONCLUSIONES

Los venados del criadero de Nuevo San Juan Parangaricutiro cumplen con la mayoría de los requisitos necesarios para ser usados como fuente de ejemplares para iniciar un programa de repoblamiento en zonas naturales de la región. La ausencia de depredadores naturales es uno de los principales defectos que presenta este modelo de criadero y también resulta uno de los más grandes problemas conductuales que enfrentarán los venados en un futuro programa de liberación. La formación de grupos reproductivos es de vital importancia para evitar la consanguinidad y mantener alta la variabilidad genética en el hato del criadero.

El respeto de la vegetación original de los encierros es esencial para un buen desarrollo conductual de los venados. La combinación de las especies vegetales nativas en los corrales con el complemento alimenticio

da buenos resultados ya que el espacio reducido con el que se contó no provee de alimento vegetal suficiente, sin embargo, les permite manifestar conductas alimenticias naturales y transmitir las a sus crías.

Los venados siguen un comportamiento grupal en su mayoría, existiendo sobre todo grupos familiares que se prolongan por más tiempo que en los grupos de venados silvestres. El mínimo manejo físico así como el menor contacto posible con las actividades humanas produce en los venados conductas naturales que les serán fundamentales para sobrevivir en el medio silvestre y éstas a su vez serán transmitidas a su descendencia.

El análisis de la calidad de hábitat mostró que únicamente una comunidad vegetal presenta una calidad baja o no apta para el repoblamiento del venado. Las comunidades vegetales dominadas por abetos mostraron una calidad alta. Las comunidades dominadas por pinos mostraron una calidad media.

Metodológicamente el índice parece dar una buena valoración, pero quizá en comunidades como nuestro caso que comparten gran número de los atributos, sea procedente afinar algo más mediante la creación de un nivel más de valoración en los atributos, siempre que la información disponible lo permitiera.

Este estudio, así como otros de esta naturaleza, tienen un gran valor de aplicabilidad en la toma de decisiones para el manejo de recursos porque ofrece respuestas operativas y trasladables a la realidad. Se identificaron áreas que agrupan una serie de atributos que representan las "áreas prioritarias" para la liberación del venado. Éstas, cumplen con tres condiciones: una comunidad categorizada como alta para el índice de calidad; rodales forestales con manantiales, y que no estén contempladas en ningún tipo de aprovechamiento forestal en los próximos diez años.

Con este estudio la CINSJP tiene la opción de liberar venados procedentes del criadero en áreas prioritarias y así dar pie al uso sostenible de la fauna. La crianza de fauna silvestre es una alternativa de aprovechamiento que bien manejada produce beneficios tanto económicos como ecológicos a una población y región determinada.

BIBLIOGRAFÍA

- Bello, J. S. Gallina y M. Equihua 2000. Caracterización del hábitat y preferencias por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en condiciones de alta disponibilidad de agua. En: Memorias del VII Simposio sobre venados

- en México. Del 7 al 9 de Junio del 2000. División de Educación Continua. UNAM-FMVZ. 168 pp.
- Bocco, V., G. A. Velázquez y A. Torres 2000. Ciencia, Comunidades Indígenas y Manejo de Recursos Naturales. Un Caso de Investigación Participativa en México. *Interciencia* 25(2): 64-70.
- Carabias, J., E. Provencio y C. Toledo 1994. *Manejo de recursos naturales y pobreza rural*. UNAM-FCE, México. 137 pp.
- Ceballos, G. G. y C. G. Leal 1984. *Mamíferos silvestres de la Cuenca de México*. Limusa, México.
- Clemente, F. 1995. Conceptos básicos de alimentación de herbívoros silvestres en cautiverio. En: Memorias del Segundo Ciclo Internacional de Conferencias sobre alimentación de fauna silvestre en cautiverio. AMENA.A. C. México, pp. 44-53.
- Coates-Estrada y R. Estrada A. 1986. *Manual de Identificación de Campo de los Mamíferos de la Estación de Biología "Los Tuxtlas"*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. 151 pp.
- Fregoso, D. A. 2000. La vegetación herramienta base para la planeación, aprovechamiento y conservación de los recursos forestales: El caso de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich. México. Tesis. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Galindo-Leal, C. y M. Weber 1998. *El venado de la Sierra Madre Occidental, Ecología, manejo y conservación*. Edicusa-CONABIO, México.
- Legates, J. E. y E. J. Warrick 1992. *Cría y mejora del ganado*. Interamericana. McGraw-Hill. México. 344 pp.
- Leopold, A. S. 1959. *Fauna silvestre de México*. Ed. Pax-México-IMERNAR, México. 600 pp.
- Mandujano, S. 1998. Venados en México: conocimiento actual, necesidades de investigación y referencias bibliográficas de los estudios. *VI Simposio sobre venados en México*. UNAM. Instituto de Ecología, A. C. y ANGADI. Xalapa, Ver., pp. 146-164.
- 1994. Método para evaluar el hábitat del venado cola blanca en un bosque de coníferas. Cap. 15. pp. 283-297. En: C. Vaughan y M.A. Rodríguez (eds.). *Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica*. Exuma, Heredia, Costa Rica.
- Mandujano, S., G. Arceo, S. Gallina y A. Pérez-Jiménez 1995. Heterogeneidad del sotobosque en el hábitat del venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco. En: *XIII Simposio sobre Fauna Silvestre Gral. MV. Manuel Cabrera Valtierra*. UNAM, México.
- Mittermeier, R. A. 1988. Primate diversity and the tropical forest. Case studies from Brazil and Madagascar and the importance of the megadiversity

- countries. En: E.O. Wilson (ed.). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, DC., pp. 145-154.
- McCabe, R. E. y R. T. McCabe 1984. Of slings and arrows: an historical retrospection. Pp. 19-72. En: L.K. Halls (ed.). *White tailed deer: Ecology and Management*. Stackpole Books, Harrisburg, Pennsylvania. 870 pp.
- Reyna, H. R. 1997. Implementación de un criadero de Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*) con fines de repoblamiento en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro. Tesis. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. División de Ciencias y Humanidades. Escuela de Biología. 81 pp.
- Rodríguez-Soto, J. C., O. Neri y J. G. Villarreal 1998. Ranchos cinegéticos: oportunidad de diversificación ganadera sustentable. *FIRA. Boletín Informativo* 306: 1-100.
- Sánchez-Rojas, G., S. Gallina y S. Mandujano 1997. Áreas de actividad y uso del hábitat de dos venados cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en un bosque tropical de la costa de Jalisco, México. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 72: 39-54.
- Soto-Werschitz, A., S. Mandujano y S. Gallina 2000. Comportamiento espacial de las hembras del venado cola blanca texano con o sin crías durante la época de crianza. En: *Memorias del VII Simposio Sobre Venados en México*. Del 7 al 9 de Junio del 2000. División de Educación Continua. UNAM-FMVZ. 168 pp.
- Smith, W. P. 1991. Mammalian Species: *Odocoileus virginianus*. *The American Society of Mammalogists* 388: 1-13.
- Tinker, B. 1978. *Mexican wilderness and wildlife*. University of Texas Press, Texas. 131 pp.
- Toledo, V. M. y M. J. Ordóñez 1998. El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres. En: Ramamoorthy, T. P., Bye, R., Lot, A. y J. Fa. (eds.) *Diversidad biológica de México. Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología, UNAM. México DF. Pp. 739-757.
- Villarreal, J. 1997. Factores a considerar para la obtención de trofeos de venado cola blanca. Unidad de Seminarios, Campus Maderos. Monterrey, Nuevo León. 153 pp.
- 1996. Las 14 subespecies de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) requieren de un libro de records de caza para beneficio de la especie y su conservación. Pp. 65-68. En: *Memorias del V Simposio sobre Venados en México*. Chetumal, Q. Roo, México.

Las especies silvestres como indicadores del estado de conservación del bosque: el caso de la gallina de monte coluda (*Dendrortyx macroura*) y una propuesta para establecer un aviario con fines de educación ambiental

Gilberto Chávez, Alejandro Velázquez y Gerardo Bocco

INTRODUCCIÓN

México alberga aproximadamente el 10% de la biodiversidad mundial (Toledo 1988) y 80% de sus recursos forestales se encuentran bajo el usufructo de comunidades indígenas y ejidos campesinos (Toledo 1997, Thoms y Betters 1998). Esto significa que el manejo de los recursos naturales por parte de estas comunidades rurales definirá en buena medida la conservación de los ecosistemas forestales de México. Las comunidades indígenas y campesinas pueden operar como aliadas de la protección biológica y ser fundamentales para preservar los agroecosistemas tradicionales y la diversidad genética in situ (Bocco *et al.* 2000).

Con esta perspectiva se abordó el papel de la investigación participativa, o manejo participativo, entre el sector académico, representado por investigadores de la UNAM, y la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, localizada en el occidente de Michoacán, para la evaluación de sus recursos naturales como base de su manejo y conservación (Bocco *et al.* 1998, 2000). Desde que se organizó la comunidad y creó la empresa comunal forestal en 1981, el manejo de sus recursos forestales ha progresado de tal manera que ha sido catalogado como un modelo que tiende a lograr un desarrollo sustentable y existe la intención de continuar en esa dirección mediante la elaboración de proyectos alternativos que diversifiquen más la producción y generen empleos que ele-

ven la calidad de vida de sus habitantes. Los aspectos centrales del trabajo participativo entre la comunidad y la UNAM fueron la investigación y capacitación en biodiversidad, identificación de especies indicadoras, formas de relieve, suelos y conservación, la diversificación productiva forestal en proyectos de flora y fauna silvestre, la educación ambiental y el ecoturismo (Bocco *et al.* 2000).

Las especies indicadoras constituyen categorías de fauna silvestre significativas para el manejo de los recursos naturales, incluyendo especies en peligro, amenazadas, con valor económico o social, y representativas ecológicamente de ambientes particulares o de otras especies también asociadas a esos ambientes (Morrison *et al.* 1998). Con respecto a esta última categoría, especies indicadoras ecológicas, existe cierta controversia y confusión. La controversia se ha centrado en si los atributos poblacionales de una especie pueden ser usados validamente para representar los de otras especies de fauna silvestre (Landres *et al.* 1988, Patton 1987). La confusión ha surgido de igualar los conceptos generales de especies indicadoras de manejo con la categoría específica de indicadores ecológicos, usados en el contexto preciso de una especie indicando otras especies. Existen sólidos argumentos científicos que advierten que pocos indicadores ecológicos reales pueden ser demostrados (Morrison *et al.* 1998). Los indicadores ecológicos muy pocas veces son probados rigurosamente por su función de indicador, y su utilidad varía por escala espacial (Weaver 1995). Más bien, las especies indicadoras ecológicas son probablemente útiles para monitorear condiciones generales de los ecosistemas (Kremen 1992), no para inferir viabilidad de las poblaciones de otras especies en sí.

La gallina de monte coluda (*Dendrortyx macroura*, figura 1 y 2 en el encarte a color) es una codorniz endémica de los bosques templados del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur (AOU 1998) que está incluida en la categoría de especies en peligro de extinción (SEMARNAT 2002). Es considerada por los integrantes de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, como un ave representativa de sus bosques y que están interesados en su conservación (figura 2 en el encarte a color).

El objetivo de este capítulo es dar a conocer el procedimiento para identificar especies indicadoras del estado de conservación de los bosques de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan y resaltar el caso de la gallina de monte coluda (figura 5 en el encarte a color).

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES INDICADORAS

Como parte del proyecto de investigación participativa llevado a cabo conjuntamente por investigadores de la UNAM y miembros de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro se determinó que para poder diversificar las actividades productivas era importante tener un inventario de los recursos naturales de la región (Bocco *et al.* 2000). Con este fin se realizaron inventarios de tres grupos biológicos: plantas vasculares, aves y mamíferos, debido a que son buenos indicadores de la conservación del bosque (Bocco *et al.* 2000). Esto permitió proponer zonas prioritarias para la protección de la biodiversidad, implementación de corredores biológicos, y recomendaciones de manejo forestal y de fauna silvestre. Además, facilitó evaluar nuevas alternativas de uso de recursos maderables y no maderables. Esto se hizo considerando que la factibilidad del aprovechamiento de la flora y la fauna depende de su potencial de utilización, de las características demográficas de cada especie y de su condición o estatus de conservación (Bocco *et al.* 2000).

El potencial de uso de los recursos naturales se obtuvo a partir de la propia evaluación de los miembros de la Comunidad y de analizar las posibilidades de los beneficios, tanto económicos como ecológicos del manejo de algunas especies. De esta manera se identificaron las especies que eran susceptibles a este tipo de manejo y que tuvieran una alta probabilidad de comercialización. Por último, se determinaron especies que por sus condiciones de rareza o importancia biológica fueran consideradas como especies indicadoras (Bocco *et al.* 2000).

Después de tres años consecutivos de trabajo en campo, se reconocieron 94 especies con base en tres criterios: aquellas con alto valor económico, las que están catalogadas dentro de alguna categoría de riesgo (NOM-059-ECOL-2001) y las que son indicadoras potenciales de prácticas de manejo. Cinco especies se incorporaron en prácticas de aprovechamiento alternativo (Bocco *et al.* 2000). Estas especies detectadas con valor directo, son el té nurite (*Satureja macrosterma*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el conejo de monte (*Sylvilagus floridanus*), el conejo mexicano (*Sylvilagus cunicularius*) y la gallina de monte coluda.

Para el venado, el conejo de monte y la gallina de monte se iniciaron proyectos de reproducción en cautiverio. Esto respondió a la condición de que una de las especies de conejo y la gallina de monte son endémicas de México y catalogadas como especies en riesgo. El programa de reproducción en semicautiverio tiene como finalidad generar una población

que pueda comercializarse como carne en mercados locales y formar la base para el repoblamiento de las especies que lo ameriten, con la finalidad de generar poblaciones silvestres que puedan ser aprovechadas por su valor cinegético y como atractivo en el proyecto de ecoturismo (Bocco *et al.* 2000).

Paralelamente a estas actividades, se condujeron dos estudios a largo plazo de especies bioindicadoras a fin de calibrar los usos forestales y las prácticas de conservación actuales (Velázquez *et al.* 2001). El primer estudio trata sobre el rendimiento de *Pinus pseudostrobus*, la especie maderable más importante dentro de la Comunidad. En el segundo estudio se monitorearon las poblaciones y la dispersión del coyote (*Canis latrans*), considerado por la CISJN como una especie nociva (Monroy 2001).

EL CASO DE LA GALLINA DE MONTE COLUDA

Se evaluó la posibilidad de mantener en cautiverio a la gallina de monte coluda, que es una especie sensitiva a los cambios de las condiciones estructurales del bosque. Al mismo tiempo, se realizó un estudio para conocer mejor la distribución, densidad y asociaciones con el hábitat de esta especie (figura 4 en el encarte a color). Su reproducción y supervivencia en estado silvestre son afectadas por cambios drásticos en la estructura y composición del bosque, de tal manera que áreas sobreexplotadas pueden ser identificadas por la ausencia o baja densidad de esta especie.

Hasta hace poco tiempo la gallina de monte coluda era una especie de importancia alimenticia para los habitantes de los bosques donde se distribuye. Actualmente se caza ocasionalmente ya que muy pocas personas tienen como objetivo principal la cacería de subsistencia de esta especie, debido a que su conducta silenciosa y evasiva dificultan su cobro. Sin embargo, un ejemplar produce hasta dos terceras partes de su peso en carne y los huevos son casi del tamaño de uno pequeño de gallina doméstica (figura 3 en el encarte a color). Una alternativa de aprovechamiento, sin poner en peligro sus poblaciones, es la crianza en cautiverio. En el Centro Ecoturístico Pantzingo, manejado por la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, se construyeron dos aviarios rústicos, proyecto dirigido por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias con apoyo financiero del Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, A. C., y mano de obra de la Comunidad. El primer aviario, que funcionaría como área de cuarente-

na, mide 6 x 6 x 2 metros. El segundo aviario mide 12 x 6 x 2 metros, y sería usado como área de confinamiento definitivo. En su interior se mantuvo la vegetación nativa intacta, y se hicieron adaptaciones para permitir que las gallinas de monte encuentren refugio fácilmente ante la presencia de personas y animales en las cercanías.

La fase de captura de ejemplares se inició paralelamente a la construcción de los aviarios. Una especie similar, la gallina de monte veracruzana (*Dendrortyx barbatus*) ha sido capturada fácilmente con el uso de trampas rústicas colocadas en las inmediaciones de cultivos de frijol, donde acostumbra alimentarse y se le considera como dañina. Pero esto no ha sido posible con la gallina de monte coluda debido a que tiene diferentes preferencias alimenticias y rehuye la presencia de artefactos y zonas frecuentadas por humanos. Además, en la comunidad no se cultiva el frijol o plantas similares y no se ha observado que la gallina de monte coluda se alimente de plantas cultivadas (figura 6 en el encarte a color).

Con la participación de comuneros se han aplicado otros métodos de captura, principalmente uno usado por cazadores tradicionales en la Meseta Purhépecha. Este método consiste en ubicar a las aves al anochecer imitando su canto para inducirlas a vocalizar una vez que se han posado en su percha para pasar la noche, de donde generalmente no huyen. Con una lámpara de cacería se localizan y el cazador les dispara o las atrapa con las manos. Sin embargo, este método representa un alto costo en términos de tiempo, dinero y sobrevivencia de los ejemplares capturados. Los ejemplares así capturados no aceptaron el alimento que se les ofreció y murieron a los pocos días. Un rápido análisis necrológico mostró que sus mollejas y buches se encontraban vacíos, indicando muerte por inanición. Con base en estas experiencias se han tratado de usar métodos menos impactantes en los individuos, como trampas de caja y pértigas con nudo corredizo.

Únicamente se conocen dos experiencias de mantenimiento y reproducción en cautiverio de esta especie, ambas en el Estado de México. La primera fue realizada por el Dr. Jesús Estudillo en su granja privada (J. Estudillo comunicación personal) y la segunda realizada por el Dr. Jaime Lozada (J. Lozada, comunicación personal) en un parque ecológico del Estado de México. En ambos casos se notó que el manejo es muy difícil por el nerviosismo de la gallina de monte coluda y además es muy susceptible a enfermedades parasitarias.

Dadas las dificultades para la captura y adaptación de ejemplares de gallina de monte coluda al cautiverio y a la falta de personal y recursos

especializados para su cuidado, se decidió junto con los responsables de la Comunidad dedicar los aviarios ya construidos a otro fin. Se concluyó que lo más adecuado sería usar el de mayor tamaño como un aviario para aves comunes y representativas de la región con fines de educación ambiental. Esto reforzaría el programa de ecoturismo de la comunidad al integrar actividades de difusión, enseñanza, observación y conservación de aves. En el anexo I se presenta la propuesta para la ejecución de esta actividad.

El estudio sobre distribución, densidad y asociaciones con el hábitat permitió realizar la primera evaluación poblacional sobre esta especie, conducida en un bosque templado de coníferas manejado para producción maderera. La abundancia de la gallina de monte coluda fue determinada con puntos de conteo y reproducción de vocalizaciones grabadas de marzo a octubre de 1998, 1999 y 2000. La tasa de detección fue de 0.31 ± 0.03 individuos por punto de conteo. Se usaron métodos de muestreo de distancias para determinar la densidad poblacional. Se determinó una densidad media de 20.9 aves/km² y una abundancia de 2,329 individuos en los terrenos forestales de la comunidad. Los resultados indican que el uso de métodos de muestreo de distancias es apropiado para estimar la densidad de codornices difíciles de detectar en hábitat forestales densos, como los de Nuevo San Juan Parangaricutiro. Estos datos permitieron identificar tres categorías de densidad de gallina de monte: baja, media y alta. Estas categorías pueden ser representadas espacialmente por su asociación con comunidades vegetales presentes en la comunidad. Las condiciones ambientales de esas comunidades vegetales, medidas por su diversidad estructural y florística, concuerdan con las categorías de densidad indicadas. Esto demuestra la importancia de la gallina de monte coluda como indicadora ecológica del estado de conservación de los bosques de la comunidad.

CONCLUSIONES

El trabajo desarrollado muestra las bondades de la labor participativa, donde se mezclan intereses provenientes del sector académico en la generación de conocimiento científico y del conocimiento tradicional, para la generación de proyectos productivos alternativos que concilien el uso de los recursos y su conservación. Contar con inventarios biológicos ligados a unidades espaciales con atributos naturales bien definidos, aunados a la caracterización productiva de dichas unidades, permite acercarnos más a una realidad que incorpora aspectos del medio

ambiente natural y de las formas de apropiación de los recursos naturales en comunidades rurales.

La experiencia para determinar la posibilidad de mantener a la gallina de monte coluda en cautiverio, permitió la interacción de los miembros de la comunidad y los investigadores. Esto proporcionó a los primeros la oportunidad de conocer mejor a una de las especies integrantes de sus bosques y generó mayor interés por conservarla. A los investigadores les permitió obtener conocimientos tradicionales sobre la especie y su uso por los comuneros.

Por último, la determinación de diferentes categorías de abundancia de la gallina de monte coluda asociadas con comunidades vegetales específicas, permitió determinar el estado de conservación de los bosques de la comunidad, ubicando espacialmente las zonas de bosque con diferente grado de conservación. Sin embargo, aún no es posible definir si esto es aplicable para monitorear condiciones generales de otras especies.

La generación de conocimiento científico mediante trabajo de campo sobre una especie muy poco estudiada fue el principal resultado de este trabajo de investigación participativa. El manejo de sus recursos forestales por los comuneros aplicando la información generada definirá la conservación de la gallina de monte coluda.

BIBLIOGRAFÍA

- American Ornithologists' Union 1998. *Check-list of North American Birds*. Séptima edición. Allen Press, Kansas.
- Bocco, G., A. Velázquez y C. Siebe 1998. Managing natural resources in developing countries: the role of geomorphology. *Conservation Voices* 1(4): 26-27.
- Bocco, G., A. Velázquez y A. Torres 2000. Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa en México. *Interciencia* 25: 64-71.
- Kremen, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. *Ecological Applications* 2: 203-217.
- Landres, P. B., J. Verner y J. W. Thomas 1988. Ecological uses of vertebrate indicator species: a critique. *Conservation Biology* 2: 316-328.
- Morrison, M. L., B. G. Marcot, R. W. Mannan, 1998. *Wildlife-Habitat Relationships. Concepts and Applications*. Segunda edición. University of Wisconsin Press, Madison.
- Monroy Vilchis, O. 2001. Tendencia poblacional y hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans*) en una comunidad indígena de Michoacán. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM. 49 pp.

- Patton, D. R. 1987. Is the use of "management indicator species" feasible? *Western Journal of Forestry* 2: 33-34.
- SEMARNAT 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, segunda sección, 6 de marzo de 2002. pp. 95-190.
- Thoms, C.A. y D.R. Betters. 1998. The potential for ecosystem management in Mexico's forest ejidos. *Forest Ecology and Management* 103: 149-157.
- Toledo, V. M. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo* 14(81): 17-30.
- 1997. Sustainable Development at the Village Community Level: A Third World Perspective. En: Fraser Smith (ed.). *Environmental Sustainability. Practical Global Implications*. St. Lucie Press. Boca Raton Florida. Pp. 233-251.
- Velázquez, A., G. Bocco y A. Torres 2001. Turning scientific approaches into practical conservation actions: the case of Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mexico. *Environmental Management* 25(5): 655-665.
- Weaver, J. C. 1995. Indicator species and scale of observation. *Conservation Biology* 9: 939-942.

ANEXO I. PROPUESTA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN AVIARIO CON FINES DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA COMUNIDAD INDÍGENA DE NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

La difusión del conocimiento sobre la fauna silvestre nativa debe considerarse como una parte importante en la implementación de programas de educación ambiental y de ecoturismo. Básicamente existen dos alternativas para lograr esto. La primera consiste en la observación directa de los animales en su medio ambiente. Sin embargo, esto se dificulta por la conducta evasiva y en ocasiones nocturna que los animales adoptan para su protección, por lo que se necesita invertir esfuerzo físico, tiempo y equipo costoso para su observación (como binoculares), lo cual no siempre está al alcance de las personas que participan en las actividades ofrecidas por ese tipo de programas.

La segunda alternativa es la observación y conocimiento de fauna en cautiverio. Por el interés que despiertan en la gente, las aves silvestres son un buen modelo para iniciar este tipo de programas. Es posible mantener en pajareras de dimensiones grandes, o aviarios, diversas especies e individuos que se adaptan fácilmente al cautiverio. Esta sería la fase inicial de introducción al conocimiento directo de la fauna nativa.

El Centro Ecoturístico de Pantzingo es el sitio ideal para establecer un aviario con fines de educación ambiental en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, ya que ahí se encuentra un criadero de venado cola blanca, y cuenta con cabañas turísticas. También existen dos albergues para aves, de los cuales uno puede ser acondicionado como aviario para varias especies. Originalmente estos albergues fueron diseñados y construidos para mantener ejemplares en cautiverio de gallina cimarrona (*Dendrotyx macroura*) con fines de investigación. El aviario de menor tamaño está destinado para el establecimiento y adaptación inicial al cautiverio de ejemplares de esta especie, mientras que en el de mayor tamaño se pueden mantener diversas especies de aves nativas de conducta no agresiva y de hábitos alimenticios de tipo frugívoro principalmente.

OBJETIVO

El establecimiento de un aviario con diversas aves silvestres nativas de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro con fines de educación ambiental en el Centro Ecoturístico de Pantzingo permitirá:

- Promover el conocimiento sobre la fauna silvestre nativa entre los habitantes de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, principalmente entre los niños en edad escolar.
- Facilitar el conocimiento y la observación de aves nativas por visitantes foráneos.
- Contribuir a la conservación de las aves nativas mediante un mejor conocimiento de las mismas.

LOCALIZACIÓN

- . Nombre del predio: Pantzingo.
- . Nombre del propietario: Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro.
- . Estado: Michoacán.
- . Municipio: Nuevo San Juan Parangaricutiro.

CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA

Superficie: 72 m².

Espacio volumétrico: 144 m³.

Dimensiones: 12 m de largo, 6 m de ancho y 2.5 m de alto.

Construcción: El aviario se construyó en la esquina noreste del área cercada con malla ciclónica del centro.

Ecoturístico Pantzingo. El panel del lado este del aviario lo constituye la malla ciclónica. Los otros tres paneles son de malla multiusos (rectangular, 3 x 6 cm) recubierta por el interior con malla para pollo (hexagonal, 2 x 2.5 cm). El techo es de malla para gallina (hexagonal, 3 x 5 cm). La estructura de soporte consiste de tubos metálicos galvanizados para cerca (2 pulgadas de diámetro).

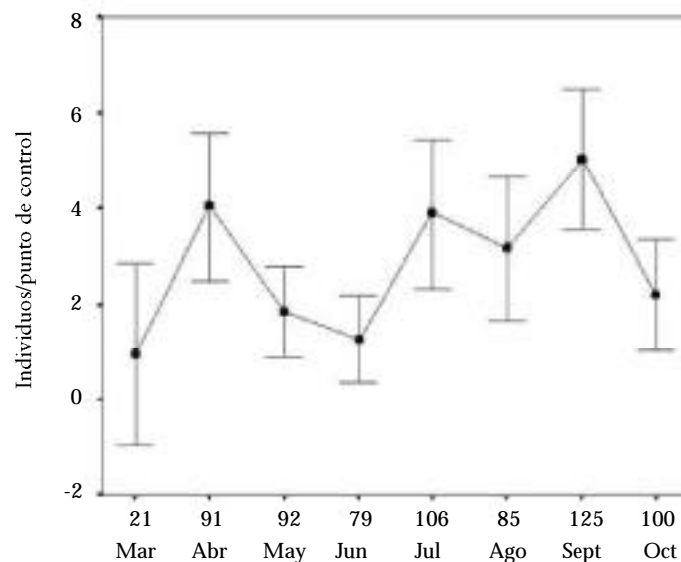
El acceso es por una puerta doble (1 x 1 m), situada en la esquina noroeste. A lo largo de la base de cada lado se colocó lámina galvanizada acanalada de 40 cm de alto enterrada a 15 cm de profundidad, en la parte externa se colocó lámina perforada (40 cm de ancho) para evitar la entrada de depredadores o competidores alimenticios, como el ardillón (*Spermophilus variegatus*). Sobre ésta lámina se puso manta de henequén de 1.4 m de ancho como protección contra el viento.

En el interior se colocaron ocho planchas de cemento (35 x 35 x 15 cm) con superficie cóncava (3 cm de profundidad) cubiertas con un te-

cho de tejamanil y lámina de cartón a 30 cm de altura, que se usarán como comederos (4) y bebederos (4). Se mantuvo la vegetación natural en el interior, principalmente pastos y arbustos. Será necesario cubrir la base de los arbustos con grava fina para evitar el surgimiento de nemátodos. Esta grava también es necesaria para la trituración de los alimentos consumidos por las aves.

En el interior del aviario será necesario colocar perchas adicionales a las naturales que ya existen (arbustos). Estas perchas se colgarán de los tubos del techo y se pueden elaborar con palos de escoba cortados en tramos de 30 cm. También se pueden colocar horizontalmente ramas secas de encino o de algún otro árbol de madera dura. Como protección contra el sol y la lluvia será necesario colocar dos techos de tejamanil con perchas, en ambos extremos del aviario.

FIGURA A. ABUNDANCIA MENSUAL DE LA GALLINA DE MONTE COLUDA (*DENDRORTYX MACROURA*) EN NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO



Fuentes de agua: Manantial de Pantzingo, localizado 100 m al noroeste. Desde este manantial se conducirá agua permanentemente al aviario por medio de una manguera PVC de 1/2 pulgada de diámetro.

ESPECIES QUE SE INCLUIRÁN EN EL AVIARIO

Será requisito que las aves candidatas para ser introducidas al aviario sean:

- Nativas de la región.
- De fácil manejo avicultural.
- Se alimenten principalmente de frutos y/o semillas.
- No presenten conducta agresiva hacia otras especies y entre su especie.

Las aves que cumplen con estos requisitos y que pueden considerarse con posibilidades para ser introducidas al aviario son:

Nombre común	Nombre científico
1.- Paloma ocotera	<i>Columba fasciata</i>
2.- Carpintero	<i>Colaptes auratus</i>
3.- Jilguero	<i>Myadestes occidentalis</i>
4.- Zorzal	<i>Turdus migratorius</i>
5.- Zorzal	<i>Turdus rufopalliatus</i>
6.- Zorzal	<i>Turdus assimilis</i>
7.- Mulato	<i>Melanotis caerulescens</i>
8.- Cuitlacoche	<i>Toxostoma curvirostrae</i>
9.- Chinito	<i>Bombycilia cedrorum</i>
10.- Capulinero	<i>Ptilogonus cinereus</i>
11.- Tangara	<i>Piranga flava</i>
12.- Picogrueso	<i>Phaeucticus melanocephalus</i>
13.- Colorín	<i>Passerina versicolor</i>
14.- Gorrión	<i>Carpodacus mexicanus</i>

CAPTURA DE EJEMPLARES

Las aves se capturarán en las cercanías del aviario, principalmente en los cerros Pantzingo y Cutzato, localizados al norte. Para su captura se usarán redes ornitológicas colocadas durante las primeras horas de la mañana. Al ser capturadas, se les colocarán anillos metálicos de color numerados en el tarso para su identificación. Se pesarán, se determinará su edad y su sexo cuando sea posible, y se tomarán medidas corporales

estandarizadas. Se colocarán en bolsas de algodón para su transporte al aviario.

INTRODUCCIÓN AL AVIARIO

Se realizará una liberación “suave” de las aves al interior del aviario, que consiste en mantenerlas individualmente durante 24 horas en jaulas pequeñas (30 x 25 x 20 cm) colocadas dentro del aviario. Esto tiene dos objetivos:

- Que reconozcan sus alrededores para evitar chocar con obstáculos y con la malla del aviario al momento de ser liberadas.
- Observar su conducta para detectar síntomas de enfermedades o parásitos.

Posteriormente se dejará abierta la puerta de la jaula para que el ejemplar la abandone a su voluntad y se incorpore al aviario sin excitación.

ALIMENTACIÓN

Diariamente, de preferencia durante las primeras horas de la mañana, se proporcionarán alimentos frescos una vez que se hayan retirado los residuos del día anterior y lavado los comederos.

Los alimentos consistirán en una mezcla de los siguientes frutos, en rebanadas o rayados: papaya, plátano, manzana, naranja, aguacate, zarzamora y zanahoria. También se les proporcionarán semillas como: maíz quebrado, sorgo, mijo, o alimento concentrado para aves.

Como complemento proteínico se les puede dar dos o tres veces por semana una masa de huevo cocido. También se les puede dar frijol, chícharo y ejote.

Diariamente se lavarán los bebederos y se proporcionará agua limpia. Al agua se le añadirán complementos vitamínicos y alimenticios, así como medicamentos desparasitantes.

MANEJO SANITARIO

Es común que se presenten enfermedades infecciosas o parasitarias entre las aves mantenidas en cautiverio. Cuando esto se presente, será necesario aislar a los individuos afectados para darles tratamiento hasta su

recuperación. Por lo tanto, es indispensable contar con un sitio cerrado donde se mantenga a las aves enfermas. Este sitio debe contar con jaulas desinfectadas, enchufes de luz para conectar lámparas térmicas, y gabinetes donde guardar equipo y medicamentos que no requieran de refrigeración. Se podría acondicionar una o dos separaciones del cobertizo de madera contiguo al aviario, que actualmente se usa para almacenar tablas de madera.

Será necesario asegurar los servicios de un médico veterinario especializado en aves, para la inspección y tratamiento de los ejemplares al menos una vez al mes. Cuando mueran ejemplares durante su captura o por enfermedad dentro del aviario, se seguirá el siguiente procedimiento:

- Colocar algodón absorbente en el pico y la cloaca.
- Conservar el cadáver envuelto en papel periódico en un ambiente frío.
- Avisar inmediatamente al responsable del aviario
- El responsable efectuará la necropsia para determinar la causa de muerte
- El responsable conservará la piel con métodos de taxidermia para su posterior exhibición y uso en actividades de educación ambiental.

SEÑALIZACIÓN

Se elaborarán rótulos pequeños en donde se indicará el nombre común y científico de cada especie que se mantenga en el aviario. Otros datos que se incluirán son:

- Distribución geográfica y ecológica.
- Alimentación natural.
- Situación de riesgo (amenazada, rara, sujeta a protección especial).
- Endemismo, si es el caso.
- Migratoria o residente.

Para evitar obstrucción visual, estos rótulos se colocarán en una mampara al lado del aviario. De esta manera se colocará también un letrero grande (2 x 1.5 m) labrado en madera.

COSTOS

Iniciales

Captura

- Bolsas y cajas para transporte:	\$ 550.00
- Jaulas de aclimatación:	\$ 1,000.00
- Gasolina:	\$ 5,000.00

Acondicionamiento de aviario:

- Materiales de construcción:	\$ 4,000.00
-------------------------------	-------------

Mensuales

- Alimentos:	\$ 600.00
- Suplementos alimenticios:	\$ 400.00
- Atención veterinaria:	\$ 800.00
- Supervisión técnica:	\$ 800.00
- Mantenimiento y reparación:	\$ 1,000.00

Dieta y abundancia relativa del coyote: un dispersor potencial de semillas

*Octavio Monroy, Margarita Ortega y
Alejandro Velázquez*

INTRODUCCIÓN

En nuestro país aún no existe tradición por realizar manejo de la fauna silvestre dentro de un programa integral de manejo de recursos naturales. Son contadas las experiencias que documentan logros significativos en este renglón, donde la regla general es el desconocimiento de este recurso así como su exterminio generalizado. La Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, a pesar de ser considerada exitosa en el manejo de sus bosques (Velázquez *et al.* 2001), no contemplaba de manera alguna a la fauna silvestre dentro de sus estrategias de manejo. Por el contrario, varias especies de aves y mamíferos eran consideradas nocivas y se planteaban propuestas de exterminio por caza directa. Este es el caso del coyote (*Canis latrans*), el cual fue considerado como un consumidor masivo de la producción de aguacate, aun sin conocer sus hábitos alimentarios. De esta situación se deriva la presente investigación que a continuación se describe.

En México existen varios estudios sobre coyote enfocados a sus hábitos alimentarios (Servín y Huxley 1991, Arnaud 1993, Aranda *et al.* 1995, Hidalgo 1998, Servín 2000). Se ha encontrado que las presas que más consumen son los conejos y liebres (Arnaud 1993, Aranda *et al.* 1995) y los ratones (Servín y Huxley 1991, Hidalgo 1998). Estos estudios muestran que los venados en México no son consumidos con una

frecuencia tan alta como en algunos sitios de los Estados Unidos de América. En algunos sitios de estudio se ha observado el consumo de vegetales y frutos en determinadas temporadas. El consumo de frutos por los mamíferos carnívoros puede ser benéfico, ya que para esas especies de frutos se favorece el establecimiento y la germinación de algunos individuos, en nuevos sitios, después de expulsadas las semillas.

Debido, a los hábitos alimentarios de los grandes carnívoros; en varios lugares se les ha considerado como un competidor real, de tal manera que se han presentado conflictos entre el hombre y los carnívoros. Estos conflictos, en su mayoría, han terminado en la extirpación de especies de carnívoros de sus áreas nativas, debido principalmente a la cacería ejercida sobre ellos y/o a la destrucción de su hábitat. En este estudio se abordó una problemática similar a la planteada anteriormente en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP), ubicada en la meseta Purépecha de Michoacán. La comunidad cuenta con una ejemplar organización social y producción sustentable de sus recursos forestales como un elemento más del manejo de sus recursos naturales, incluye siembra de aguacate y maíz en aproximadamente un tercio de su terreno, esto último motivado por la demanda de estos productos en el mercado nacional e internacional.

Con el fin de diversificar las actividades productivas, no depender sólo de un recurso (madera) y alcanzar un uso sustentable del ecosistema, la CINSJP actualmente trabaja con especies como el té nurite (*Satureja macrostemma*), además un proyecto de manejo de fauna silvestre con especies de mamíferos de valor económico como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y el conejo de monte (*Sylvilagus floridanus*). Existen especies de mamíferos como la ardilla (*Sciurus aureogaster*) y el coyote (*Canis latrans*) que, de acuerdo con la gente de la comunidad, tienen un impacto local negativo ya que se cree pueden alterar algunas actividades productivas de la misma.

Particularmente, al coyote se le ha atribuido, por parte de los comuneros, una alta depredación local sobre especies importantes para la comunidad como son el venado y el conejo, lo cual ha propiciado una abundancia relativamente alta de coyote y una baja de ejemplares de conejo como de venado, motivando la promoción de la cacería sobre este carnívoro. Bajo este escenario se realizó un estudio que aportara información sobre ciertos parámetros ecológicos del coyote en la comunidad, como fueron: determinar los hábitos alimentarios del coyote, haciendo énfasis en especies de interés para la comunidad (ganado, venado

y conejo) así como evidenciar el papel del coyote como dispersor de semillas, además de determinar la abundancia relativa del coyote en la comunidad, con lo cual se pretende contribuir al mejoramiento del manejo integral del bosque, ya que se reconoce que la mejor manera de conservar la fauna nativa es mediante la práctica del manejo in situ (Bolen y Robinson 1999). Las propuestas generadas en este estudio tienen una alta probabilidad de aplicarse de manera inmediata, de darles seguimiento y evaluarlas debido al propio interés de la CINSJP.

MÉTODOS

Para llevar a cabo el presente estudio se eligieron tres sitios en los cuales se estableció un transecto de 10 km de longitud. El kilometraje fue medido con vehículo. Los sitios se definieron y seleccionaron considerando la cantidad de terreno cultivado (maíz y aguacate) que presentaron. Ubicando de esta manera tres sitios de muestreo los cuales fueron:

1. Uso agrícola intensivo (UAI): este sitio se localizó hacia el sur de la comunidad, en el paraje conocido como Papas, y fue el que presentó mayor cantidad de cultivos. La agricultura que se desarrolla en la zona sur es bajo técnicas tradicionales (maíz en año y vez, es decir, con ciclos de descanso de distintas duraciones). Es la parte más cálida y también allí se encuentran las huertas de aguacate más grandes. En las partes más altas, presenta algunos encinares y asociaciones de encino con pino.
2. Uso agrícola moderado (UAM): este sitio se localizó hacia el norte de la comunidad, alrededor de Panzingo, el límite entre este sitio y el anterior fue definido por el cerro Prieto. Presentó poca superficie con cultivos. La zona norte, es relativamente más fría y es apta para huertas de durazno está dedicada fundamentalmente a la actividad forestal (madera y resina). Presenta grandes extensiones de pinares y en algunos sitios asociaciones de pino con encino.
3. Sin uso agrícola (SUA): este sitio se localizó en el cerro Tancitaro donde los tipos de vegetación son principalmente bosques de oyamel, pino y algunas áreas con zacatonal. No presenta áreas con cultivo, además esta decretada como área prioritaria para la conservación de los recursos, según la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Aquí, no se practica la extracción de madera bajo un plan de manejo. Existe tala ilegal de baja intensidad.

Las estaciones, se definieron con base en los periodos climáticos del año contemplando los siguientes meses de acuerdo con los días de muestreo: invierno (enero, febrero y marzo), primavera (abril, mayo y junio), verano (julio, agosto y septiembre) y otoño (octubre, noviembre y diciembre).

La determinación de la dieta, se realizó a partir de métodos indirectos como fue la colecta de excrementos. Los métodos indirectos consistieron en observar a los organismos de manera directa. Con el fin de facilitar la determinación, sólo se colectaron los excrementos más frescos, aquellos que presentaron forma cilíndrica trenzada, oscuros, con terminación en punta de diámetro aproximado de $22 + 0.3$ mm y por la presencia de huellas asociadas; en el caso que no se tuviera total certeza de la determinación, los excrementos no se consideraron para los análisis.

Las colectas se realizaron en los tres transectos que se recorrieron a pie. Se realizaron 12 colectas mensuales por sitio, durante un año (de enero de 1998 a diciembre del mismo año), con periodos en promedio de 30 días entre cada colecta. Antes de la primera colecta de muestras, se eliminaron todos los excrementos de los tres transectos, con la finalidad de asegurarse que los excrementos fueran únicamente de ese periodo.

DIETA

La determinación de la dieta se realizó con base en el análisis de excrementos, para cada sitio y por cada estación. Cada excremento colectado fue colocado en un tamiz (media de nylon para dama), fue lavado con agua corriente, después se dejó secar a temperatura ambiente. Posteriormente se realizó la separación de los componentes manualmente con la ayuda de un microscopio estereoscópico. La determinación de los mamíferos se realizó hasta nivel de especie cuando fue posible, a través de la comparación macroscópica y microscópica de huesos y pelos de los ejemplares depositados en las colecciones del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México y del Centro de Investigación en Recursos Bióticos de la Universidad Autónoma del Estado de México, y con la ayuda de una clave de determinación de mamíferos a través del pelo (Monroy-Vilchis y Rubio 1999).

Las aves contenidas en la dieta se determinaron hasta nivel de clase, mientras que los reptiles se determinaron hasta suborden. Los invertebrados se determinaron hasta el nivel de clase. Durante los recorridos se colectaron plantas con flor y fruto, con la finalidad de facilitar la deter-

minación de estas en los excrementos, los frutos se determinaron hasta el nivel de especie cuando fue posible, por comparación de semillas y con la ayuda de claves de identificación de semillas.

Teniendo esta información la dieta se analizó a través de dos vías: una fue por la frecuencia de aparición (también llamada de ocurrencia) y la otra fue por la biomasa. La frecuencia de aparición se calculó a partir del número de excrementos en que se presentó un componente, dividido entre el número total de excrementos por sitio y por estación, posteriormente el valor se multiplicó por cien para asignar a las fracciones un valor porcentual. Debido a que la distribución que presentaron los datos no fue normal, se aplicó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar la significancia de las variaciones en el consumo de alimentos entre los sitios de muestreo (espaciales), las estaciones del año (temporales) y entre las tres presas más frecuentes.

Por otro lado, la biomasa se obtuvo a partir del número mínimo de organismos consumidos, el cual se calculó con base en las piezas óseas pareadas, principalmente incisivos y mandíbulas y en ausencia de evidencia ósea se utilizó la presencia de pelo. En el caso de los incisivos y mandíbulas, cuando se encontraron una o dos diferentes por muestra se asumió el número mínimo de un organismo, cuando se encontraron tres se consideró la presencia de dos organismos y así sucesivamente. En el caso del pelo, se asumió que se presentaba por lo menos en un organismo en la muestra donde aparecía el rastro. Para el caso del aguacate, que fue el fruto más consumido, se asumió que se presentaba por lo menos un fruto en las muestras donde aparecía el rastro. Teniendo este número mínimo de organismos se agruparon por sitio y por estación, posteriormente se multiplicó por el peso promedio de cada organismo, el cual se obtuvo a través de la literatura y de los ejemplares depositados en colecciones científicas, en el caso del aguacate se pesaron diez frutos de tamaño mediano. Para el caso de los organismos cuya biomasa fue mayor a 4,000 g se aplicó 3,970 g, ya que es la cantidad máxima que ingirió un coyote adulto en un día en cautiverio (Monroy-Vilchis 2001).

VIABILIDAD Y GERMINACIÓN

Se realizaron pruebas de viabilidad con las semillas que se encontraron en los excrementos (consumidas) y con aquellas que se colectaron en campo (no consumidas). Se utilizaron sólo aquellas especies de las que se tuvieran más de 30 semillas para las pruebas. Se eligieron al azar 30

semillas por especie y se les aplicó la prueba de flotación en agua para evaluar la viabilidad. Para el caso de la germinación, del resto de las semillas viables se eligieron 15 de cada especie consumida y no consumida por el coyote. Las semillas se colocaron de tres en tres en cinco cajas petri con 0.8 g de algodón y papel filtro, a cada caja, se le agregó 15 ml de agua purificada. Se registró diariamente, durante 42 días, las semillas germinadas, anotando la temperatura máxima y mínima. Posteriormente se aplicó una prueba de U de Mann-Whitney, con la finalidad de comparar estadísticamente los datos de viabilidad y germinación.

ABUNDANCIA RELATIVA

La estimación de la abundancia relativa del coyote se llevó a cabo mediante la identificación y colecta de excrementos. Utilizando el principio de la tasa de deposición de excrementos, con base en el número de excrementos encontrados por kilómetro, para cada sitio y por cada estación. Debido a que los datos no presentaron distribución normal se aplicó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, con el fin de determinar si existían diferencias significativas entre los sitios y las estaciones evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 829 excrementos colectados, 402 pertenecen al sitio de uso agrícola moderado (UAM), 245 al sitio sin uso agrícola aparente (SUA) y 185 al sitio con uso agrícola intensivo (UAI). En cuanto al arreglo temporal se obtuvo que 376 excrementos se depositaron durante el invierno, seguido de la primavera con 245, en otoño con 124 y durante el verano se depositaron 84 excrementos.

Se identificaron un total de 26 categorías de alimento en la dieta del coyote, el grupo con mayor frecuencia de aparición, anual, fue el de mamíferos con un 82.7%, continuando en orden de aparición los pastos y frutos cultivados, con 29.4% seguidos de las aves y frutos no cultivados con 16% y 12.3% respectivamente; otras categorías de alimento como son insectos, reptiles y otros se presentaron en una frecuencia menor al 12% (cuadro 1).

En este estudio se presentaron varios grupos de alimento (6) evidenciando los hábitos alimentarios generalistas del coyote en la zona de estudio, al igual que otros estudios en diferentes zonas. El grupo de mamíferos resultó ser el más frecuente en la dieta del coyote, los roedores

CUADRO 1. VALORES DE LAS FRECUENCIAS DE APARICIÓN (%) DE LOS GRUPOS DE ALIMENTO DEL COYOTE POR SITIO EVALUADO, POR ESTACIÓN DEL AÑO Y EN TOTAL

	INVIERNO %	PRIMAVERA %	VERANO %	OTOÑO %	ANUAL %
<i>Mamíferos</i>					
UAM	90.2	79.4	94.1	77.3	85.0
SUA	84.3	94.9	97.2	64.5	84.8
UAI	77.0	64.4	85.7	78.2	74.7
Total	85.1	80.4	94.0	72.5	82.7
<i>Aves</i>					
UAM	10.9	23.4	0	5.6	13.6
SUA	13.7	15.2	5.5	6.2	11.4
UAI	37	26.6	7.1	0	27.4
Total	18.6	22	3.5	4.8	16.0
<i>Reptiles</i>					
UAM	1.7	7.0	0	1.8	3.4
SUA	0	5.0	0	2.0	1.6
UAI	1	0	0	0	0.5
Total	1	5.3	0	1.6	2.2
<i>Insectos</i>					
UAM	6.8	28.3	26.4	13.2	16.9
SUA	0	11.8	5.5	2.0	4.0
UAI	7.0	15.5	21.4	17.3	11.5
Total	5.0	22.0	16.6	9.6	11.9
<i>Frutos no cultivados</i>					
UAM	13.2	24.1	23.5	26.4	19.6
SUA	1.9	0	5.5	16.6	4.8
UAI	2.0	11.1	7.1	13.0	6
Total	7.1	15.9	13.0	20.1	12.3

(Continúa)

CUADRO 1. VALORES DE LAS FRECUENCIAS DE APARICIÓN (%) DE LOS GRUPOS DE ALIMENTO DEL COYOTE POR SITIO EVALUADO, POR ESTACIÓN DEL AÑO Y EN TOTAL

	INVIERNO %	PRIMAVERA %	VERANO %	OTOÑO %	ANUAL %
<i>Frutos cultivados y pastos</i>					
UAM	33.3	20.5	5.8	28.3	25.8
SUA	40.1	30.5	16.6	31.2	32.6
UAI	33	37.7	14.2	34.7	32.9
Total	35.1	26.1	11.9	30.6	29.4
<i>Otros (papel, plástico, etc.)</i>					
UAM	5.1	3.5	0	3.7	3.9
SUA	2.9	0	2.7	0	1.6
UAI	5.0	4.4	0	0	3.8
Total	4.5	2.8	1.1	1.6	3.2

Nota: El tamaño de muestra para el UAM = 402, para el SUA = 245, para el UAI = 182; mientras que para el invierno = 376, primavera = 245, verano = 84, otoño = 124 y al año = 829.

presentan la mayor frecuencia de aparición al igual que lo mencionado por otros autores en diferentes ambientes (Servín y Huxley 1991, Hidalgo 1998), esto probablemente se deba a que los roedores son uno de los grupos, dentro de los mamíferos, más abundantes en la mayoría de los ambientes, en particular en la zona de estudio se tiene evidencia que son los más abundantes debido a la historia del lugar, además representan una fuente importante de energía a un costo que le aporta ganancias al coyote (Servín 2000).

Los frutos representaron el segundo grupo de alimento más frecuente en la dieta, coincidiendo con otros autores en que este alimento llega a ser muy importante para el coyote en algunos periodos del año (Servín y Huxley 1991, Arnaud 1993, Hidalgo 1998, Servín 2000).

Se aprecia variación en la frecuencia de aparición de los mamíferos entre los diferentes sitios de muestreo, existiendo una mayor frecuencia en el sitio UAM (85.0%) y una menor en el sitio UAI (74.7%). Los frutos cultivados y pastos también presentaron variación, ocurriendo más en el sitio UAI (32.9%) y menos en el sitio UAM (25.8%). Los grupos que presentan variaciones más notables son las aves y los frutos no cultivados, ocurriendo con una mayor frecuencia en los sitios UAI (27.4 %) y UAM (19.6%) respectivamente (cuadro 1). Las frecuencias de aparición de los grupos de alimento entre los sitios varían significativamente ($H=7.82$; g.l.= 2; $p < 0.02$).

En cuanto a las diferencias temporales en el consumo del grupo de los mamíferos, fue mayor en el verano y menor en el otoño. Los frutos cultivados (aguacate y maíz) y pastos también tuvieron diferencias temporales de aparición, siendo más frecuentes en invierno y menos en verano. Las aves fueron consumidas con mayor frecuencia en primavera y menor en verano, mientras que los frutos no cultivados (silvestres) se consumieron más en otoño y menos en invierno (cuadro 1). Las frecuencias de aparición del consumo de los grupos de alimento presentaron estacionalmente variación significativa, siendo en invierno y primavera en las que se consumieron con una mayor frecuencia los grupos ($H=19.98$; g.l.= 3; $p < 0.0002$).

La variación estacional de mamíferos y frutos coincide con lo mencionado en otros estudios realizados en bosques templados y bosques secos de México, donde éstas dos categorías fluctúan en su frecuencia de consumo por parte del coyote, aunque se consumen todo el año (Servín y Huxley 1991, Aranda *et al.* 1995, Hidalgo 1998). Se ha documentado que en la época húmeda del año la disponibilidad de recursos se incrementa, en la zona de estudio a pesar de esto la riqueza temporal de alimento en la dieta muestra consistencia, lo que sugiere que el coyote no responde a la abundancia de recursos en cuanto a la riqueza, sino a la abundancia de recursos, esto en términos de la disponibilidad de cada uno de estos recursos que el coyote constantemente está utilizando.

Los mamíferos presentaron una frecuencia de 82.7% del total de alimento que constituye la dieta del coyote en la zona de estudio; las especies más frecuentes de ésta categoría fueron el ratón meteorito (*Microtus mexicanus*) con 29.3% de consumo, el conejo montes (*Sylvilagus floridanus*) con 16.2% y las tuzas (*Cratogeomys* spp. y *Zygoeomys trichopus*) con 8.8% de consumo. Las otras especies de mamíferos presentaron frecuencias de consumo menores al 8% (cuadro 2). El consumo

medido a través de la frecuencia de aparición entre éstos tres grupos varió significativamente ($H= 7.45$; $g.l.= 2$; $p< 0.02$); estimando que a través de éste método la presa más importante en la dieta, es el ratón meteorito (*Microtus mexicanus*).

La especie que presentó mayor frecuencia de aparición fue *Microtus mexicanus* (29.3%) tanto en los tres sitios como en las cuatro estaciones del año, esto coincide con lo encontrado en otros bosques templados de México (Aranda *et al.* 1995). Esta es una especie colonial, que se reproduce todo el año, siendo una de las especies de roedores más abundante en ambientes templados.

Temporalmente el ratón *Microtus mexicanus* presenta poca variación como componente de la dieta del coyote de Nuevo San Juan Parangaricutiro, mientras que espacialmente *Microtus mexicanus* varió y fue más frecuentemente consumido en el sitio SUA (38.3%) y menos en el sitio UAI (15.9%), lo cual sugiere que *Microtus mexicanus* presenta diferente disponibilidad en un sitio con respecto a otro debido probablemente a que es una especie que ha sido desplazada de su hábitat por el cambio de vegetación (bosques y/o praderas) a cultivos. Se observa que este roedor es más abundante en áreas conservadas y disminuye en áreas cultivadas, siendo éste un argumento interesante de conservación y testimonio de pérdida de biodiversidad debido al manejo de los sitios, y que debería tomarse en cuenta para el Programa de Manejo de la comunidad.

En este estudio el conejo fue el segundo alimento más frecuente en la dieta del coyote, esto difiere de otros donde han ocupado el primer lugar de frecuencia (Arnaud 1993, Aranda *et al.* 1995), esto probablemente se deba a que los conejos en ésta zona son poco abundantes, contrariamente a lo que sucede en las otras zonas de estudio donde, incluso, se llegan a presentar más de dos especies. En la zona de estudio sólo se distribuye el conejo, *Sylvilagus floridanus*, aunque potencialmente puede presentarse *S. cunicularius* (Servín 2000). En un bosque templado de Durango se encontró que los conejos no son preferidos respecto de los roedores, debido a las características de hábitat y de esfuerzo de captura del coyote, es decir el coyote es un depredador perseguidor, que tiene muchas más ventajas de depredación en espacios abiertos, por lo cual en el bosque a pesar de que existe una buena abundancia y disponibilidad de conejos, estos escapan a la depredación del coyote porque pueden existir muchos refugios para evadir los ataques, así en Durango el coyote prefiere forrajear en pastizales y áreas abiertas donde tiene más ventajas para tener éxito en la depredación.

CUADRO 2. SE MUESTRAN LAS FRECUENCIAS DE APARICIÓN (%) DEL ALIMENTO DEL COYOTE. SE PRESENTAN POR SITIO EVALUADO Y POR ESTACIÓN DEL AÑO, ADEMÁS DEL TOTAL

	INVIERNO %	PRIMAVERA %	VERANO %	OTOÑO %	ANUAL %
Ratón (<i>Microtus mexicanus</i>)					
UAM	35.6	24.8	26.4	26.4	29.8
SUA	33.3	45.7	41.6	33.8	38.3
UAI	16.0	28.8	0	0	15.9
Total	29.7	30.6	28.5	25.8	29.3
Conejo (<i>Sylvilagus floridanus</i>)					
UAM	30.4	17.0	8.2	8.8	24.8
SUA	6.8	0	2.9	6.2	4.4
UAI	18.0	4.4	28.5	0	13.1
Total	20.7	10.6	21.4	10.4	16.2
Tuzas (<i>Cratogeomys</i> spp. y <i>Zygogeomys trichopus</i>)					
UAM	6.8	4.9	11.7	3.7	6.2
SUA	9.8	18.6	19.4	9.6	13.4
UAI	12.0	0	0	13.0	8.2
Total	9.0	7.3	13.0	8.0	8.8
Venado (<i>Odocoileus virginianus</i>)					
UAM	0	4.2	0	0	1.4
SUA	0.9	0	0	8.3	2.0
UAI	0	2.2	0	17	2.7
Total	0.002	2.8	0	6.4	2.0
Ganado, vacas y ovejas (<i>Bos taurus</i> y <i>Ovis aries</i>)					
UAM	0	0	2.9	0	0.2
SUA	9.8	22.0	8.3	2.0	11.0
UAI	0	2.2	0	4.3	1.0
Total	2.6	5.7	4.7	1.6	3.6

(Continúa)

CUADRO 2. SE MUESTRAN LAS FRECUENCIAS DE APARICIÓN (%) DEL ALIMENTO DEL COYOTE. SE PRESENTAN POR SITIO EVALUADO Y POR ESTACIÓN DEL AÑO, ADEMÁS DEL TOTAL

	INVIERNO %	PRIMAVERA %	VERANO %	OTOÑO %	ANUAL %
<i>Aguacate (Persea americana)</i>					
UAM	4.0	8.5	0	0	4.7
SUA	11.7	16.9	11.1	16.6	13.8
UAI	14	17.7	0	0	12.0
Total	8.7	12.2	4.7	6.4	9.0
<i>Maíz (Zea mays)</i>					
UAM	2.0	0.7	2.9	13.2	3.4
SUA	2.9	0	0	0	1.2
UAI	4.0	0	0	8.6	3.2
Total	3.1	0.4	1.1	7.2	2.7

Nota: El tamaño de muestra para el UAM = 402, para el SUA = 245, para el UAI = 182; mientras que para el invierno = 376, primavera = 245, verano = 84, otoño = 124 y al año = 829.

Por otra parte el consumo del conejo *Sylvilagus floridanus* fue más frecuente en el sitio UAM (24.8%) y menos en el SUA (4.4%). Esto puede indicar que es más fácilmente depredado y consumido en áreas relativamente descubiertas, representadas por el sitio UAM en comparación con el SUA. El primer hábitat puede ser menos apropiado para el conejo pero el éxito de captura por parte del coyote puede ser mayor ya que existen muchas áreas abiertas, mientras que en el SUA, donde existe mayor cobertura vegetal pueden presentarse más refugios para los conejos, es bajo el éxito de captura por parte del coyote. Este proceso se observó en un bosque templado en Durango, donde se comparó el éxito de captura del coyote sobre sus presas en áreas abiertas (pastizales), con respecto a áreas con cobertura vegetal y refugios (inte-

rior de bosques templados) encontrándose resultados similares a los de este estudio (Servín 2000).

Las tuzas (*Cratogeomys* spp. y *Zygoeomys trichopus*) fueron más frecuentemente consumidas en el sitio SUA (13.4%) y menos consumidas en el sitio UAM (6.2%), mientras que temporalmente fue más frecuente su consumo en el verano (13.0%) y menor en primavera (7.3%, cuadro 2). Son necesarios más datos para aclarar la relación espacial ya que en el sitio con UAM se esperaría encontrar mayor consumo que en el SUA, debido a que éstas especies, aparentemente son favorecidas por la actividad agrícola.

Éstas tuzas son consideradas por la comunidad de agricultores de la región como perjudiciales debido a que llegan a causar importantes pérdidas económicas en los campos de cultivo (maíz y aguacate). En este sentido, el coyote muestra a la comunidad humana una característica benéfica, ya que si las poblaciones de coyote se mantienen sanas, estos funcionarán como agentes reguladores de las poblaciones de roedores plaga, como las tuzas de la región. Como se muestra en este estudio, éstos roedores son consumidos por los coyotes, por lo tanto están colaborando con los agricultores al minimizar parte de las pérdidas en sus actividades, similares resultados se han encontrado en otros estudios (Servín y Huxley 1991). La frecuencia de aparición de las tuzas es relativamente baja debido a que no existen muchos sitios con características propicias para su establecimiento y a que una de las especies (*Zygoeomys trichopus*) tiene una distribución restringida.

El consumo de ganado y venado es relativamente bajo apenas el 5%, esta baja frecuencia se debe muy probable a la reducida abundancia de este recurso en el ambiente. Aunque el consumo del ganado en primavera llega a ser relativamente alto (22%) en el sitio SUA, esto se debe a que una de las actividades importantes de la comunidad "La Escondida" que se encuentra allí, es la ganadería (obs. pers.), el consumo de este recurso es muy probable que ocurra en forma de carroña (Aranda *et al.* 1995, Servín y Huxley 1991), debido a que la gente cuando muere su ganado, lo abandonan en el campo, siendo los cadáveres un recurso relativamente fácil de conseguir por los coyotes (obs. pers.). Estos resultados también desmienten otro mito que existe respecto del coyote; los datos muestran que no consume ganado o animales domésticos en la magnitud que el conocimiento empírico de las personas de las comunidades humanas locales ha informado. Este argumento fortalece la convicción de que deben realizarse actividades de conservación de un depredador como el coyote, ya que es-

tudios objetivos están revelando sus cualidades benéficas y desmintiendo cualidades perjudiciales para las actividades del hombre.

Una de las actividades que recientemente tuvieron mayor impulso en la CINSJP fue el cultivo de maíz y principalmente de aguacate. El coyote consume con una frecuencia relativamente baja estos productos, comiendo la mayoría de las veces los aguacates caídos que comienzan a descomponerse, siendo un total de 6.8 kg al año. Este consumo no puede ser razón suficiente para emprender una cacería contra el coyote en la zona, ya que habría que valorar otros servicios que puede ofrecer el carnívoro a las comunidades naturales, como ser el depredador de plagas potenciales (roedores) o ser un dispersor efectivo de varias especies de frutos con importancia regional, nacional y extranjera. Es muy probable que otros mamíferos e incluso algunas aves sean los que en conjunto consuman los frutos caídos de aguacate, además es muy arriesgado dirigir una aseveración de daño sólo a una especie en una comunidad biológica donde hay decenas de especies que potencialmente podrían hacer uso de ese recurso frutícola introducido por el hombre. Además, dado que el aguacate se corta antes de que madure lo suficiente para caer, el consumo de éste por los coyotes se da sobre frutos ya no utilizables por el hombre.

BIOMASA CONSUMIDA

Este tipo de análisis se aplicó a las categorías de alimento de animales que presentaban arriba de 10 kg de biomasa total consumida por el coyote en la comunidad. La especie que aporta mayor cantidad de biomasa total a la dieta del coyote es el conejo, *Sylvilagus floridanus* con 171.45 kg; seguido por el ganado, vacas y ovejas (*Bos taurus* y *Ovis aries*) con 119.1 kg y en tercer sitio el venado, *Odocoileus virginianus* con 67.49 kg (cuadro 3).

Estos resultados difieren de los obtenidos a partir de la frecuencia de aparición donde el ratón, *Microtus mexicanus*, fue la especie más frecuente seguida del conejo, *Sylvilagus floridanus* y las tuzas (*Cratogeomys* spp. y *Zygoeomys trichopus*). Por un lado, el ratón *Microtus mexicanus*, deja de estar dentro de las tres primeras categorías de alimento a través del análisis de biomasa al igual que las tuzas, mientras que el conejo, *Sylvilagus floridanus*, permanece dentro de las tres categorías que aportan mayor biomasa e incluso, pasa a ser la categoría que más biomasa aporta a la dieta. Por otro lado, tanto el ganado como el venado pasan a ser la segunda y tercera categoría con mayor aporte de biomasa, respectivamente.

CUADRO 3. SE MUESTRA EL NÚMERO MÍNIMO (N.M.) Y LA BIOMASA (B) CONSUMIDA DE LAS PRESAS DEL COYOTE QUE SE EXPRESA EN KILOGRAMOS

	INVIERNO		PRIMAVERA		VERANO		OTOÑO		ANUAL	
	N.M	B	N.M	B	N.M	B	N.M	B	N.M	B
Conejo (<i>Sylvilagus floridanus</i>)										
UAM	53	67.31	24	30.48	13	16.51	10	12.7	100	127
SUA	7	8.89	0	0	1	1.270	3	3.81	11	13.97
UAI	18	22.86	2	2.54	4	5.08	0	0	24	30.48
Total	78	99.06	26	33.02	18	22.86	13	16.51	135	171.45
Ganado, vacas y ovejas (<i>Bos taurus</i> y <i>Ovis aries</i>)										
UAM	0	0	1	3.97	1	3.97	0	0	2	7.94
SUA	10	37.9	13	51.61	3	11.91	1	3.97	27	107.19
UAI	0	0	1	3.97	0	0	0	0	1	3.97
Total	10	37.9	15	59.55	4	15.88	1	3.97	30	119.1
Venado (<i>Odocoileus virginianus</i>)										
UAM	0	0	7	27.79	0	0	0	0	7	27.79
SUA	1	3.97	0	0	0	0	4	15.88	5	19.85
UAI	0	0	1	3.97	0	0	4	15.88	5	19.85
Total	1	3.97	8	31.76	0	0	8	31.76	17	67.49
Tuzas (<i>Cratogeomys</i> spp. y <i>Zygoeomys trichopus</i>)										
UAM	12	6.48	7	3.78	4	2.16	2	1.08	25	13.5
SUA	10	5.4	11	5.94	7	3.78	5	2.7	33	17.82
UAI	12	6.48	0	0	0	0	3	1.62	15	8.1
Total	34	18.36	18	9.72	11	5.94	10	5.4	73	39.42
Tlacuache (<i>Didelphis virginiana</i>)										
UAM	0	0	0	0	1	2.51	0	0	1	2.51
SUA	0	0	0	0	2	5.02	0	0	2	5.02
UAI	1	2.51	0	0	0	0	5	12.55	6	15.06
Total	1	2.51	0	0	3	7.53	5	12.55	9	20.08

(Continúa)

CUADRO 3. SE MUESTRA EL NÚMERO MÍNIMO (N.M.) Y LA BIOMASA (B) CONSUMIDA DE LAS PRESAS DEL COYOTE QUE SE EXPRESA EN KILOGRAMOS

	INVIERNO		PRIMAVERA		VERANO		OTOÑO		ANUAL	
	N.M	B	N.M	B	N.M	B	N.M	B	N.M	B
<i>Ratón (Microtus mexicanus)</i>										
UAM	80	2.8	43	1.50	13	0.45	17	0.59	153	5.35
SUA	41	1.43	40	1.4	24	0.84	25	0.87	130	4.55
UAI	18	0.63	17	0.59	0	0	0	0	35	1.22
Total	139	4.86	100	3.5	37	1.29	42	1.47	318	11.13
<i>Aguacate (Persea americana)</i>										
UAM	7	0.63	12	1.09	0	0	0	0	19	1.72
SUA	12	1.09	10	0.91	4	0.36	8	0.72	34	3.09
UAI	14	1.27	8	0.72	0	0	0	0	22	2.00
Total	33	3.0	30	2.73	4	0.36	8	0.72	75	6.82

Nota: Se presentan, los valores, por sitio evaluado y por estación del año, además del total. El tamaño de muestra para el UAM = 402, para el SUA = 245, para el UAI = 182; mientras que para el invierno = 376, primavera = 245, verano = 84, otoño = 124 y al año = 829.

Se ha mencionado que a través de la frecuencia de aparición se tiende a subestimar a las presas de talla chica y a sobreestimar a las presas de talla grande respecto del número probable de organismos consumidos. Esto último se evidencia en el análisis a través de la biomasa, ya que se obtiene el número mínimo de organismos por categoría de alimento y se observa un notable incremento de especies de talla chica como el ratón, *Microtus mexicanus*, y por el contrario, aunque se mantiene el número de especies de talla grande es evidente que puede sobreestimarse ese número mínimo.

Debido a esto último es conveniente considerar un factor de corrección para obtener ese número mínimo para posteriormente multiplicarlo por la biomasa promedio del alimento y de esta manera obtener un valor

de biomasa consumida, que servirá como un método más para poder realizar un mejor análisis de la dieta de este y otros carnívoros.

Espacialmente el alimento que aporta mayor cantidad de biomasa a la dieta es el conejo, *Sylvilagus floridanus*, en los sitios UAM y UAI, mientras que en el sitio SUA es el ganado que aporta la mayor cantidad de biomasa a la dieta; el alimento que aporta en segundo lugar la mayor cantidad de biomasa en los tres sitios es el venado, *Odocoileus virginianus*. Tanto el ganado como el venado a través del análisis de frecuencia no son considerados dentro de los primeros cinco más frecuentes. Es por eso que es recomendable realizar otro tipo de análisis de dieta o los mismos con algunas modificaciones con el fin de encontrar el método que proporcione los resultados más objetivos.

Las categorías de alimento que muestran consistencia de importancia en ambos métodos son el conejo *Sylvilagus floridanus* y las tuzas (*Cratogeomys* spp. y *Zygoeomys trichopus*). El primero es el segundo con mayor frecuencia de aparición pero el que mayor biomasa aporta, mientras que las tuzas son las terceras con mayor frecuencia de aparición y también son las terceras que aportan mayor cantidad de biomasa en el tiempo.

Temporalmente también se observa consistencia del conejo *Sylvilagus floridanus*, al ubicarse, por el método de biomasa, entre los dos primeros en todas las temporadas, mientras que por la frecuencia de aparición siempre es el segundo más frecuente. Por otro lado, mediante el método de análisis temporal a través de la biomasa se manifiestan de manera importante categorías que por el otro método no eran muy frecuentes como el ganado (*Bos taurus* y *Ovis aries*), el venado (*Odocoileus virginianus*) y el tlacuache (*Didelphis virginiana*).

VIABILIDAD Y GERMINACIÓN

Los número de excrementos que presentaron semillas fueron 293 que representan el 35.3% del total de excrementos colectados. Se identificaron 22 tipos de semillas diferentes (entre especies, géneros y familias). Las semillas que se presentaron con una mayor frecuencia de aparición fueron el tomatillo (*Physalis philadelphica*) con 3.01%, seguido del maíz (*Zea mays*) con 2.89% y en tercer lugar el tomatillo morado (*Jaltomata procumbens*), con 1.93% (cuadro 4). Aunque los vegetales con mayor frecuencia de aparición son los pastos (familia Poaceae), con 14.35% seguido del aguacate (*Persea americana*), con 9.04%, estos no presentan semillas en los excrementos.

CUADRO 4. SE MUESTRAN LAS ESPECIES DE SEMILLAS ENCONTRADAS EN LOS EXCREMENTOS DEL COYOTE, SU NÚMERO Y SU PORCENTAJE DE FRECUENCIA DE APARICIÓN

ESPECIE	NO. DE EXCREMENTOS	FRECUENCIA
Pastos (Fam Poaceae)	119	14.35
Aguacate (<i>Persea americana</i>)	75	9.04
Tomatillo (<i>Physalis philadelphica</i>)	25	3.01
Maíz (<i>Zea mays</i>)	24	2.89
Tomatillo morado (<i>Jaltomata procumbens</i>)	16	1.93
Capulín (<i>Prunus capulli</i>)	15	1.80
(<i>Coriaria rusipholia</i>)	11	1.32
Chile (<i>Capsicum annum</i>)	10	1.20
No identificadas	8	0.96
Tejocote (<i>Crataegus mexicanus</i>)	7	0.84
Durazno (<i>Prunus persica</i>)	7	0.84
Tomatillos (<i>Solanum</i> sp.)	4	0.48
Zarzamora (<i>Rubus</i> sp.)	3	0.36
Manzana (<i>Manus</i> sp.)	2	0.24
Fam. Rosacea	1	0.12
Ciruela (<i>Prunus domestica</i>)	1	0.12
Naranja (<i>Citrus</i> sp.)	1	0.12
Pasionaria (<i>Pasiflora incarnata</i>)	1	0.12
Chile (<i>Convolvulus</i> sp.)	1	0.12
Pera (<i>Pyrus communis</i>)	1	0.12
Uva (<i>Vitis</i> sp.)	1	0.12
Frijol (<i>Phaseolus</i> sp.)	1	0.12

Se realizaron pruebas de viabilidad y germinación por especie encontrando que de las semillas consumidas todas presentaron altos porcentajes de viabilidad arriba del 80%, siendo en promedio la viabilidad del 95.33%. En cuanto a las semillas no consumidas (colectadas), también presentaron porcentajes altos, arriba del 86.6%, siendo en promedio el

94.2%; estas diferencias no son estadísticamente significativas ($W= 27$; $g.l.= 18$; $p> 0.4$). Esto, sugiere que la viabilidad no se ve modificada por el paso en el tracto digestivo de las semillas consumidas por el coyote, en comparación con las no consumidas por el carnívoro; aunque en el método por flotación, al ser un mecanismo físico, se puede pasar por viables semillas que no lo son (cuadro 5).

CUADRO 5. SE MUESTRA EL PORCENTAJE DE VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS CONSUMIDAS (A) Y NO CONSUMIDAS (B), POR EL COYOTE EN SAN JUAN NUEVO PARANGARICUTIRO

a)

ESPECIES CONSUMIDAS	% VIABILIDAD
Chile (<i>Capsicum annuum</i>)	97.1
Zarzamora (<i>Rubus</i> sp.)	100
Tomatillo morado (<i>Jaltomata procumbens</i>)	100
Tomatillo (<i>Physalis philadelphica</i>)	100
(<i>Coraria rusipholia</i>)	80
Uvas (<i>Vitis</i> sp.)	93.3
Chile(<i>Convolvulus</i> sp.)	100
Pasiflora (<i>Pasiflora incarnata</i>)	100
Tomatillos (<i>Solanum</i> sp.)	98.3
Capulín (<i>Prunus capulli</i>)	96.6
Tejocote (<i>Crataegus mexicanus</i>)	76.9

b)

ESPECIES NO CONSUMIDAS	% VIABILIDAD
Zarzamora (<i>Rubus</i> sp.)	100
Tomatillo morado (<i>Jaltomata procumbens</i>)	93.3

(Continúa)

CUADRO 5. SE MUESTRA EL PORCENTAJE DE VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS CONSUMIDAS (A) Y NO CONSUMIDAS (B), POR EL COYOTE EN NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

ESPECIES NO CONSUMIDAS	% VIABILIDAD
Capulín (<i>Prunus capulli</i>)	96.6
Tejocote (<i>Crataegus mexicanus</i>)	96.6
Tomatillo (<i>Physalis philadelphica</i>)	86.6

En cuanto a la germinación obtenida de las semillas que si pasaron por el tracto digestivo del coyote, en promedio se obtuvo un porcentaje del 35.32%; siendo este significativamente superior ($W= 655.5$; $g.l.= 109$; $p<0.0000009$), al promedio de las semillas que no pasaron por el tracto digestivo del carnívoro (1.3%, cuadro 6). Esto sugiere que el proceso de escarificación que sufren las semillas al pasar por el tracto digestivo del coyote les facilita el proceso de germinación colocándolas en gran ventaja en el establecimiento respecto de las semillas que no consumió el coyote. Si el coyote coloca los excrementos en lugar propicio seguramente esta ayudando al establecimiento de estas especies en el bosque, propiciando que haya más frutos para la comunidad humana en un futuro próximo.

ABUNDANCIA RELATIVA

El sitio con uso agrícola moderado fue donde se colectó el mayor número de excrementos con 402 (48.49 %); mientras el que presentó menor cantidad fue el sitio con un uso agrícola intenso con 182 (21.95 %). En el sitio sin uso agrícola se encontraron 245 excrementos (figura 1).

La estación donde se colectaron el mayor número de excrementos fue en invierno con un total de 376 (45.3%), seguida de la primavera con 245 (29.5%) y del otoño con 124 (14.9%); mientras que la de menor número de excrementos colectados fue el verano con 84 (10.1%, figura 2).

Los excrementos se agruparon para obtener abundancias relativas espaciales (por sitio de muestreo) y temporales (por estación). El sitio en el que se encontró un mayor número de excrementos por kilómetro de

CUADRO 6. SE MUESTRA EL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS CONSUMIDAS (A) Y NO CONSUMIDAS (B), POR EL COYOTE EN NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO

a)

ESPECIES CONSUMIDAS	% DE GERMINACIÓN
Chile (<i>Capsicum annum</i>)	0
Zarzamora (<i>Rubus</i> sp.)	0
Tomatillo morado (<i>Jaltomata procumbens</i>)	73.3
Tomatillo (<i>Phisalis philadelphica</i>)	13.3
(<i>Coraria rusipholia</i>)	93.3
Uvas (<i>Vitis</i> sp.)	33.3
Chile (<i>Convolvulus</i> sp.)	40
Pasiflora (<i>Pasiflora incarnata</i>)	6.6
Tomatillos (<i>Solanum</i> sp.)	56.6
Capulín (<i>Prunus capulli</i>)	60
Tejocote (<i>Crataegus mexicanus</i>)	0

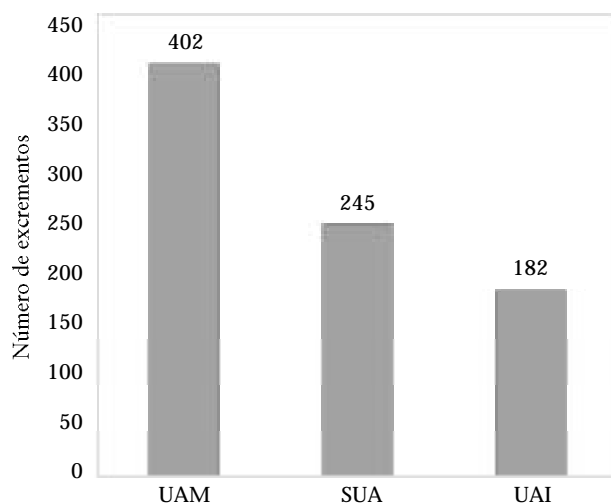
b)

ESPECIES NO CONSUMIDAS	% GERMINACIÓN
Zarzamora (<i>Rubus</i> sp.)	0
Tomatillo morado (<i>Jaltomata procumbens</i>)	0
Capulín (<i>Prunus capulli</i>)	6.6
Tejocote (<i>Crataegus mexicanus</i>)	0
Tomatillo (<i>Phisalis philadelphica</i>)	0

transecto fue el de uso agrícola moderado (3.34 + 2.25 excrementos/km), mientras el que presentó un menor número de excrementos fue el de uso agrícola intensivo (1.51 + 1.28 excrementos/km). La estación del año donde se presentó un mayor número de excrementos por kilómetro

fue en invierno ($4.17 + 1.40$ excrementos/km) y la que tuvo el menor número fue el verano con $0.93 + 0.40$ excrementos/km.

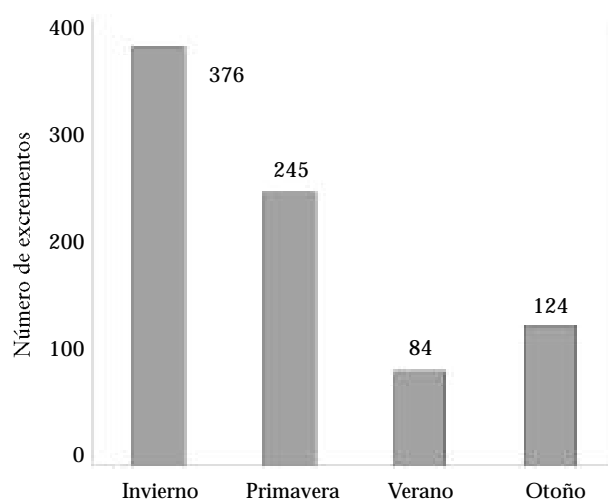
FIGURA 1. SE MUESTRA EL NÚMERO DE EXCREMENTOS EN LOS TRES SITIOS DE MUESTREO



UAI = Uso agrícola intensivo, UAM = Uso agrícola moderado y SUA = Sin uso agrícola.

La cantidad de excrementos varió significativamente en cada sitio de colecta ($H= 6.46$; g.l.= 2; $p< 0.03$), siendo más abundantes en el sitio UAM, seguido del SUA y finalmente el UAI. Lo cual sugiere que los cultivos propician un uso de hábitat diferencial por parte del cánido. De la misma manera, el análisis de los resultados de la deposición de excrementos durante las estaciones del año (tiempo) varió significativamente ($H= 17.24$; g.l.= 3; $P< 0.0006$), siendo mayor para el invierno seguido de la primavera y finalmente otoño y verano respectivamente. Es un patrón de respuesta semejante al que se observa en un bosque templado de Durango, lo cual puede sugerir patrones similares, biológicos y posiblemente conductuales del coyote en estas dos diferentes zonas. Estos resultados indican que tanto el tiempo como el espacio influyen en el número de excrementos depositados en la zona de estudio (cuadro 7).

FIGURA 2. SE MUESTRA EL NÚMERO TOTAL DE EXCREMENTOS POR ESTACIÓN COLECTADOS DURANTE 1998, PARA LOS TRES SITIOS



CUADRO 7. SE MUESTRAN LOS DATOS DEL NÚMERO DE EXCREMENTOS DEL COYOTE POR KILÓMETRO EN LA CINSJP

ESTA./SITIO	UAI	UAM	SUA	PROM. ± D.E
Invierno	3.33	5.8	3.4	4.17 ± 1.40
Primavera	1.5	4.7	1.96	2.72 ± 1.73
Verano	0.46	1.13	1.2	0.93 ± 0.40
Otoño	0.76	1.76	1.6	1.37 ± 0.53
Prom. ± d.e.	1.51 ± 1.28	3.34 ± 2.25	2.04 ± 0.95	2.29 ± 0.94

Promedio ± d.e. por estación del año y por sitio de colecta.

El sitio que presentó un mayor número de excrementos en promedio fue el de uso agrícola moderado (UAM) con $3.34 + 2.25$ excrementos/km, esto probablemente se deba a que en este sitio existe un mayor número de categorías de alimento en la dieta del coyote con 26. Éste sitio presenta algunas zonas de cultivo que ofrecen mayor cantidad de alimento sobre todo a especies generalistas como lo es el coyote (Bolen y Robinson 1999); es importante señalar que en éste sitio se presentó la mayor frecuencia de consumo de vegetales y frutos no cultivados, lo cual puede favorecer el incremento del número de excrementos como lo reportan Andelt y Andelt (1984), en un estudio realizado en Corpus Christi, Texas, en el cual encuentran una relación positiva entre el mayor número de excrementos y la frecuencia más alta de consumo de vegetales.

Por otro lado, el sitio que presenta un menor número de excrementos por km es el de uso agrícola intensivo (UAI), donde el número de categorías en la dieta es menor con 24. Estos resultados sugieren que la actividad agrícola a gran escala, aparentemente afecta de manera negativa el uso de hábitat por parte del coyote, mientras que la heterogeneidad del paisaje le ofrece mayor cantidad de presas (Bolen y Robinson 1999). Esto también ocurre con otros carnívoros facultativos en otras regiones de bosques templados del Eje Neovolcánico Transversal (Monroy-Vilchis *et al.* 1999). Los resultados también sugieren que la presencia del coyote se ve favorecida por ambientes con cierto grado de intervención antrópica (principalmente cultivos); ya que la abundancia de sus excrementos es menor en el sitio sin uso agrícola (SUA) en comparación con el de uso agrícola moderado (UAM).

En cuanto a la abundancia relativa temporal de excrementos se puede apreciar que el valor mayor se encontró en el invierno ($4.17 + 1.40$) y el menor en verano ($0.93 + 0.40$). Esto se puede presentar por varias razones, la primera es que, asumiendo que durante el invierno se presenta el período de apareamiento del coyote en bosques templados de México (Servín 2000), esto acentúa la territorialidad del carnívoro propiciando en éste un incremento en el número de deyecciones para marcar sus límites y dejar mensajes reproductivos a sus congéneres; además en éste periodo se ha reportado el menor tamaño de ámbito hogareño por parte del coyote en el norte de México (Servín 2000); y cuando se presentan ámbitos hogareños pequeños, esto propicia que potencialmente aumente el número de organismos por área, incrementando como consecuencia la abundancia en estos sitios (Bolen y Robinson 1999). Otra posible razón es que en invierno la dieta se compone de una frecuencia relativamente

alta (35.1%) de frutos cultivados incidiendo en una mayor abundancia de excrementos como lo informan en otro estudio, realizado en Texas, Andelt y Andelt (1984).

En cambio en verano la abundancia de excrementos fue la más baja 0.93 ± 0.40 , en este periodo se presenta la menor frecuencia de consumo de frutos en la zona, además en este período se ha presentado el ámbito hogareño más grande del año 14.95 km^2 en un bosque templado de Durango (Servín 2000). Por otro lado, en verano aunque se incrementa la población, debido a la época de cría de cachorros (Servín 2000), se disminuye el número de excrementos encontrados debido a que la lluvia, junto con algunos escarabajos ejercen un efecto mecánico de desgaste y destrucción de los excrementos (obs. pers.). Otra posible razón es que la abundancia relativa durante el año puede ser propiciada por una mayor disponibilidad de presas en el ambiente, ya que la dieta del coyote, en invierno en la zona, esta constituida por 22 categorías de alimento, mientras que en el verano se presentan 19.

Algunos estudios sobre la abundancia relativa de coyotes a través de la deposición de excrementos sólo hacen un análisis cualitativo (Hidalgo 1998), lo cual no permite realizar una correcta comparación. Sin embargo, en un estudio donde se utilizó el mismo método en el sur de la Cuenca de México, se reporta que se presentan 0.45 excrementos/km durante el invierno (Monroy-Vilchis 1996). Los datos del presente estudio indican que en esta misma estación se encuentran 4.17 excrementos/km. Asumiendo que el número de excrementos, puede estar directamente relacionado con el tamaño poblacional de coyotes, y considerando que los valores se obtuvieron en la misma estación, entonces los resultados sugieren que en la CINSJP, durante el invierno se presenta una población más grande de coyotes en comparación con el sur de la Cuenca de México.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La dieta varió temporal y espacialmente, de tal manera que fue mayor en el sitio uso agrícola moderado y para la estación de verano en comparación con las otras estaciones y sitios; mientras que la abundancia relativa también fue mayor en el sitio UAM y en el invierno en comparación con las otras estaciones y sitios.

La frecuencia de aparición del ganado (*Bos taurus* y *Ovis aries*) y el venado (*Odocoileus virginianus*) en la dieta del coyote fue baja (3.6% y 2% anual, respectivamente), contrariamente a lo que el conocimiento

empírico de los comuneros suponía. De la misma manera el aguacate (*Persea americana*), se presentó con una frecuencia de aparición baja con el 9% anual y, además, su consumo por el coyote se relaciona con frutos ya caídos de los árboles, por lo cual no significa competencia alguna con la cosecha. Por otro lado, se presentaron frutos no cultivados en la dieta del coyote (12%), que pertenecen a diferentes tipos de solanáceas, las cuales son consumidas localmente por el hombre y de las cuales la dispersión de semillas, propicia parte de la regeneración del bosque. En síntesis, el papel ecológico del coyote demuestra que favorece los intereses económicos de la CINSJP por tres razones: la importancia como regulador de poblaciones potencialmente plaga; la dispersión de semillas de especies autóctonas que ayudan a la estabilidad del ecosistema y como especie de apoyo a la actividad de ecoturismo que se realiza en la comunidad. Todo esto debe ser considerado para conformar un plan de manejo del coyote, más que un plan de exterminio del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- Andelt W. y S. Andelt 1984. Diet bias in scat deposition-rate surveys of coyote density. *Wildlife Society Bulletin* 12(1): 74-77.
- Aranda M., López-Rivera N. y L. López-De Buen 1995. Hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans*) en la Sierra del Ajusco, México.
- Arnaud G. 1993. Alimentación del coyote (*Canis latrans*) en Baja California Sur, México. En: Medellín R. A. y G. Ceballos (eds.) 1993. Avances en el estudio de los mamíferos de México. Asociación Mexicana de Mastozoología, A.C. México, D.F; 205-215.
- Bolen E. y W. Robinson 1999. *Ecology and management*. Cuarta edición. Prentice Hall, EE.UU. 605 pp.
- Hidalgo M. 1998. Hábitos alimentarios del coyote (*Canis latrans*) en un bosque tropical caducifolio de la costa de Jalisco, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa; México, 56 pp.
- Monroy-Vilchis O. 2001. Hábitos alimentarios y abundancia relativa del coyote (*Canis latrans*), en una comunidad indígena de Michoacán. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- 1996. Patrón de distribución espacial del linco (*Lynx rufus*) y el coyote (*Canis latrans*) en la zona sur de la cuenca de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, México, 53 pp.

- Monroy-Vilchis O. y Rubio R. 1999. Identificación de mamíferos de la Sierra de Nanchititla a través del pelo. *Cuadernos de Investigación* (7). Universidad Autónoma del Estado de México, México, 39 pp.
- Monroy-Vilchis O., H. Rangel-Cordero, M. Aranda, A. Velázquez y F. Romero 1999. Los mamíferos de hábitat templados del sur de la cuenca de México. En: Velázquez A. F. Romero (comps.) 1999. *Biodiversidad de la región de montaña del sur de la cuenca de México*. UAM Xochimilco-Secretaría del medio ambiente, D.F. México, pp. 142-161.
- Servín J. 2000. Ecología conductual del coyote en el sureste de Durango. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 176 pp.
- Servín J. y C. Huxley 1991. La dieta del coyote en un bosque de encino-pino de la Sierra Madre Occidental de Durango, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 44: 1-26.
- Velázquez, A., G. Bocco y A. Torres 2001. Turning scientific approaches into practical conservation actions: the case of Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, México. *Environmental Management* 5: 216-231.

Acerca de los colaboradores

NICOLÁS AGUILAR MURILLO. Unión Nacional de Organizaciones de Forestería Comunal A.C. (UNOFOC), Comercializadora región occidente, Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. Correo-e: unofoc@ulter.net.

LOURDES ANGUIANO AGUILAR. Departamento de Desarrollo Agropecuario de la CINSJP, Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

LAURA BARRAZA. Centro de Investigación en Ecosistemas (CIECO), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Campus Morelia. Correo-e: lbarraza@oikos.unam.mx.

GERARDO BOCCO. Centro de Investigación en Ecosistemas (CIECO), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Campus Morelia. Correo-e: gbocco@oikos.unam.mx.

ALICIA CASTILLO. Centro de Investigación en Ecosistemas (CIECO), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Campus Morelia. Correo-e: castillo@oikos.unam.mx.

GILBERTO CHÁVEZ LEÓN. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Uruapan, Michoacán. Correo-e: gilchavez@prodigy.net.mx.

MARÍA DE LA PAZ CEJA. Centro de Investigación en Ecosistemas (CIECO), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Campus Morelia. Correo-e: a. Correo-e: mpaz@oikos.unam.mx.

GONZÁLO CORTÉZ. Centro de Investigación en Ecosistemas (CIECO), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Campus Morelia. Correo-e: goncorja@hotmail.com.

ELVIRA DURÁN MEDINA. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Correo-e: eduran@igiris.igeograf.unam.mx.

ALEJANDRA FREGOSO. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Correo-e: afd@hp.fciencias.unam.mx.

JOSÉ DE JESÚS A. FUENTES JUNCO. Centro de Investigación en Ecosistemas (CIECO), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Campus Morelia. Correo-e: junco@ate.oikos.unam.mx.

CLAUDIO GARIBAY OROZCO. Colegio de Michoacán, Morelia, Michoacán. Correo-e: claudio@colmich.edu.mx.

ANTALYA GONZÁLEZ ABRAHAM. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Correo-e: antalya@igiris.igeograf.unam.mx.

JAIME LOBATO. Correo-e: j_lobato2002@terra.com.mx.

OMAR MASERA CERUTTI. Centro de Investigación en Ecosistemas (CIECO), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Campus Morelia. Correo-e: mmasera@ate.oikos.unam.mx.

CONSUELO MEDINA. Correo-e: medinaconsuelo34@hotmail.com.

MANUEL MENDOZA. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Campus Morelia. Correo-e: mmendoza@ate.oikos.unam.mx.

OCTAVIO MONROY VILCHIS. Centro de Investigación en Recursos Bióticos (CIRB), Universidad Autónoma del Estado de México. Correo-e: omv@uaemex.mx.

MARCELA I. OLGUÍN ÁLVAREZ. Centro de Investigación en Ecosistemas (CIECO), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Campus Morelia. Correo-e: ixchel75@yahoo.com.

MARGARITA ORTEGA URRIETA. Centro de Investigación en Recursos Bióticos (CIRB), Universidad Autónoma del Estado de México. Correo-e: gilchavez@prodigy.net.mx.

SONIA GABRIELA ORTÍZ MACIEL. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Correo-e: rhynchopsitta@yahoo.com.

MARDOCHEO F. PALMA. Departamento del Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. Correo-e: mpalma@cueyatl.uam.mx.

FERNANDO ANTONIO ROSETE VERGÉS. Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. Correo-e: frosete@ine.gob.mx.

JUAN PULIDO SECUNDINO. Centro Regional Universitario de Centro Occidente (CRUCO), Universidad Autónoma Chapingo, Morelia, Michoacán. Correo-e: cruco98@prodigy.net-mx.

JOSÉ FRANCISCO SÁNCHEZ ESPINOZA. Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán (CIDEM). Correo-e: fsanchez@ate.oikos.unam.mx

CRISTINA SIEBE. Instituto de Geología. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Campus Morelia. Correo-e: siebe@servidor.unam.mx.

NEYRA SOSA GUTIÉRREZ. Laboratorio de Investigación en Ornitología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Correo-e: neyrasosa@hotmail.com.

LUIS TORAL. Departamento de Desarrollo Agropecuario de la CINSJP, Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. Correo-e: dtf@comunidadindigena.com.

ALEJANDRO TORRES GARCÍA. Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)-SEMARNAT, Morelia, Michoacán. Correo-e: torres2000@terra.com.

LORENZO VÁZQUEZ. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Campus Morelia. Correo-e: lselem@igiris.igeograf.unam.mx.

FAUSTINO VELÁZQUEZ. Correo-e: ecoturismo@comunidadindigena.com.

J. ALEJANDRO VELÁZQUEZ MONTES. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Correo-e: avmontes@igiris.igeograf.unam.mx.

*Las enseñanzas de San Juan. Investigación participativa
para el manejo integral de recursos naturales*
se terminó de imprimir durante el mes
de diciembre de 2003 en los talleres
gráficos de la empresa Jiménez
Editores e Impresores, S.A.
de C.V., en la Ciudad de
México, de acuerdo
con los términos
de referencia de
la invitación
restringida
INE/IR-
023-
2003.

Se tiraron 1,000 ejemplares.