

Rutas de instrumentación de las contribuciones nacionalmente determinadas en materia de absorción y mitigación de gases y compuestos de efecto invernadero (GYCEI) en el sector agropecuario en México

Informe Final



Derechos Reservados © 2018

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Montes Urales 440, Colonia Lomas de Chapultepec, Delegación Miguel Hidalgo, CP.11000, Ciudad de México.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209, Colonia Jardines en la Montaña, Delegación Tlalpan, CP. 14210, Ciudad de México.

Todos los derechos están reservados. Ni esta publicación ni partes de ella (informes, mapas, bases de datos) pueden ser reproducidas, almacenadas mediante cualquier sistema o transmitidas, en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, de fotocopiado, de grabado o de otro tipo, sin el permiso previo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

El análisis y las conclusiones aquí expresadas no reflejan necesariamente las opiniones del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, de su Junta Ejecutiva, de sus Estados Miembros, o del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

Documento generado a partir de los resultados de la consultoría realizada por [Juan José Rincón Cristóbal](#), Número de Contrato IC-2018-034.

Para mayor información sobre este estudio, consultar con la Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático del INECC.

Citar como:

INECC-PNUD México. 2017. *Rutas de instrumentación de las contribuciones nacionalmente determinadas en materia de absorción y mitigación de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GyCEI) en el sector Agropecuario en México*. Proyecto 85488 "Sexta Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", Juan José Rincón Cristóbal, pp. 159, México.

Abreviaturas y Acrónimos

ACB Análisis Costo-Beneficio

ADL Agencia de Desarrollo Local

ADR Agencia de Desarrollo Rural

AEAC.SV Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos

AECID Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo

AFD Agencia Francesa de Desarrollo

AFOLU Sector Agricultura, Silvicultura y Uso de Suelo (por sus siglas en inglés)

AGB Above-ground biomass

APDT Agente Público de Desarrollo Territorial

ARR Annual Review Report

BaU Business as Usual

BGB Below-ground biomass

BID Banco Interamericano de Desarrollo

BUR Biennial Update Report

CAP Common Agricultural Policy (Política Agrícola Común, PAC)

CDI Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas

CER Certificados de Reducción de Emisiones

CFE Comisión Federal de Electricidad

CICC Comisión Intersecretarial de Cambio Climático

CIDRS Comisión Intersecretarial para el Desarrollo Rural Sustentable

CIF Fondos para la Inversión en el Clima (por sus siglas en inglés)

CIMMYT Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo

CL Croplands (Tierras de Cultivo)

CLC Corine Land Cover

CM Cropland Management (Gestión de Tierras Agrícolas)

CMNUCC Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

CNDH Comisión Nacional de Derechos Humanos

CND Contribución Nacional Determinada

CONABIO Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

CONACYT Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONAF Consejo Nacional Forestal
CONAFOR comisión Nacional Forestal
CONAGUA Comisión Nacional del Agua
CONANP Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CONEVAL Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
COP Conferencia de las Partes (de la CMNUCC)
COS Carbono Orgánico del Suelo
COSref Carbono Orgánico del Suelo de referencia
COTECOCA Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero
CPEUM Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
CRF Common Reporting Format
CSC Carbon Stock Change
DG CLIMA Directorate-General for Climate Action
Directrices 2006 de IPCC 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
DOF Diario Oficial de la Federación
DRS Desarrollo Rural Sustentable
EDUSAT Red Satelital de Televisión Educativa
ENCC Estrategia Nacional de Cambio Climático
ERT Expert Review Team
FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (por sus siglas en inglés)
FAOSTAT Food and Agriculture Organization Statistics
FIRA Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
FIRCO Fideicomiso de Riesgo Compartido
FMCN Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza
FND Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero
FOCIR Fondo de Capitalización e Inversión del Sector Rural
FONAGA Fondo Nacional de Garantías de los Sectores Agropecuario, Forestal, Pesquero y Rural
FOSIR Fondo de Capitalización e Inversión del Sector Rural
FOTEASE Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
GEF Fondo Ambiental Global (por sus siglas en inglés)

GEI Gases de Efecto Invernadero

GFOI Global Forest Observations Initiative

ha hectárea

IE Included elsewhere

IFA International Fertilizer Association

INAES Instituto Nacional de la Economía Social

INECC Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía

INEGyCEI Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Contaminantes de Efecto Invernadero de México

INIFAP Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria

IPCC Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (por sus siglas en inglés)

IRE Iniciativa de Reducción de Emisiones

JRC Joint Research Centre

KP Kyoto Protocol

LAIF Facilidad para la Inversión en América Latina (por sus siglas en inglés)

LDRS Ley de Desarrollo Rural Sustentable

LGCC Ley General de Cambio Climático

LGEEPA Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

LULUCF Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (por sus siglas en inglés)

MasAgro programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional

MDL Mecanismo de Desarrollo Limpio

MRV [Sistemas de] Medición/Monitoreo, Reporte y Verificación

NA Not applicable

NDC National Determined Contribution (Contribución Nacional Determinada)

NE Not estimated

NIR National Inventory Report

NO Not occurring

NPEC Nuevo Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable

OECD Organisation for Economic Co-operation and Development (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE)

ONG Organización No Gubernamental

OSC Organizaciones de la Sociedad Civil

PAC Política Agrícola Común (Common Agricultural Policy, CAP)

PACMUN Plan de Acción Climática Municipal

PCS Prácticas de Conservación del Suelo

PEC Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable

PECC Programa Especial de Cambio Climático

PESA Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria

PIB Producto Interno Bruto

PND Plan Nacional de Desarrollo

PNUD Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

PNUMA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

PROCAMPO Apoyo al Ingreso Agropecuario PROCAMPO Para Vivir Mejor

PROCOCES Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible

PROFEPA Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

PROGAN Programa de Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (antes Programa de Estímulos a la Productividad Ganadera)

PROMAF Apoyo a la Cadena Productiva de los Productores de Maíz y Frijol

PSA [Programa de] Pago por Servicios Ambientales

PSA-H [Programa de] Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos

QA/QC Quality Assurance/Quality Control (Garantía de Calidad/Control de Calidad, GC/CC)

REDD Reducción de Emisiones provenientes de la Deforestación y la Degradación de los

RPC Región prioritaria de conservación

SAGARPA Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

SCT Secretaría de Comunicaciones y Transportes

SE Secretaría de Economía

SECTUR Secretaría de Turismo

SEDATU Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano

SEDER Secretaría de Desarrollo Rural

SEDESOL Secretaría de Desarrollo Social

SEMADET Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Territorial del Gobierno de Jalisco

SEMAHN Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural de Gobierno de Chiapas

SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

SENER Secretaría de Energía

SHCP Secretaría de Hacienda y Crédito Público

SOC Soil Organic Carbon

SRA Secretaría de la Reforma Agraria

SRE Secretaría de Relaciones Exteriores

TESOFE Tesorería de la Federación

UDG Universidad de Guadalajara

UNAM Universidad Nacional Autónoma de México

UNFCCC United Nations Framework Convention on Climate Change. CMNUCC Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

USAID Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional en México

USCUSS Usos del Suelo, Cambios de Uso del Suelo y Silvicultura

WaM With additional Measures (con medidas adicionales)

WeM With existing Measures (con medidas existentes)

Índice

Abreviaturas y Acrónimos	3
Índice	9
Índice de Figuras	13
Índice de Tablas.....	14
Resumen Ejecutivo.....	15
Objeto y composición del documento.....	21
Rutas tecnológicas y de implementación (Rtydi) de las metas de la NDC de México en el sector agropecuario	22
Advertencia previa	22
Introducción.....	22
Metodología del mapa de ruta.....	23
Meta1. Instalación y operación de biodigestores.....	25
Nombre de la meta	25
Narrativa de la meta	25
Responsable de la meta.....	26
Descripción de la meta	26
Formulario de la meta	28
Potencial de mitigación.....	30
Adaptación.....	39
Barreras, oportunidades y necesidades.....	39
Costos, costo-beneficio y financiación.....	44
Normativa y legislación asociada	49
Ruta de cumplimiento	54
Propuesta de mecanismo MRV para el seguimiento de la meta	56
Co-beneficios.....	57

Análisis de la factibilidad de la meta	58
Meta 2. Reducción del uso de fertilizantes sintéticos.....	63
Nombre de la meta	63
Narrativa de la meta	63
Responsable de la meta	63
Descripción de la meta	64
Formulario de la meta	65
Potencial de mitigación.....	66
Adaptación.....	68
Barreras, oportunidades y necesidades.....	68
Costos, costo-beneficio y financiación.....	71
Normativa y legislación asociada	73
Ruta de cumplimiento	75
Propuesta de mecanismo MRV para el seguimiento de la meta	80
Co-beneficios	81
Análisis de la factibilidad de la meta	82
Meta 3. Agricultura de conservación	83
Nombre de la meta	83
Narrativa de la meta	83
Responsable de la meta	84
Descripción de la meta	84
Formulario de la meta	89
Potencial de mitigación.....	91
Adaptación.....	96
Barreras, oportunidades y necesidades.....	96
Costos, costo-beneficio y financiación.....	100
Normativa y legislación asociada	103
Ruta de cumplimiento	106

Propuesta de mecanismo MRV para el seguimiento de la meta	112
Co-beneficios	113
Análisis de la factibilidad de la meta	114
Meta 4. Buenas prácticas ganaderas	117
Nombre de la meta	117
Descripción de la meta	117
Responsable de la meta	119
Barreras, oportunidades y necesidades	119
Análisis de la factibilidad de la meta	122
Resultados globales del sector agropecuario.....	123
Análisis de la ambición de México.....	123
Compromisos de México	123
Herramienta para la estimación de la mitigación de las metas (MAYAHUEL).....	124
Mitigación total del sector	126
Curva de abatimiento de las metas del sector Agropecuario	130
Análisis de los flujos de financiamiento.....	132
Fuentes de financiamiento nacionales	132
Fuentes de financiamiento internacionales.....	133
Financiamiento para las medidas del sector agropecuario.....	136
Adaptación y sinergias adaptación-mitigación.....	138
Relaciones entre mitigación y adaptación	138
Normativa y legislación en México	139
Compromisos de adaptación de México en la Contribución Nacional Determinada.....	140
Identificación de sinergias entre las metas de mitigación y la adaptación	142
Referencias	145
Anexo I – Guía De Potenciales, Barreras, Oportunidades Y Necesidades	153
Anexo II - Directorio de actores clave gel GT-Agropecuario.....	155

Índice de Figuras

Figura 1. Regionalización de México para la estimación de la Meta 1	31
Figura 2. Temperaturas medias en las regiones de México	32
Figura 3. Producción lechera por región	33
Figura 4. Mitigación de la Meta 1	38
Figura 5. Mitigación de la Meta 1 por tipo de animal	38
Figura 6. Distribución de los costos unitarios (MXN/cabeza)	46
Figura 7. Costo de mitigación de la Meta 1 por tipo de animal	49
Figura 8. Tipos de biodigestores más comunes en México	59
Figura 9. Biodigestores rígidos y de tecnología punta	60
Figura 10. Diagrama de planta de biogás con tecnología punta	61
Figura 11. Mitigación de la Meta 2	68
Figura 12. Presupuesto del Programa de Fomento a la Agricultura (2017)	72
Figura 13. Presupuesto del Programa de Fomento a la Agricultura (2018)	72
Figura 14. Conceptos de los incentivos del componente de Mejoramiento Productivo de Suelo y Agua del Programa de Fomento a la Agricultura	74
Figura 15. Diagrama de flujo único de los componentes del Programa de Fomento de la Agricultura	76
Figura 16. Ficha técnica de la solicitud del componente mejoramiento productivo del suelo y agua	81
Figura 17. Superficies de maíz y trigo en 2015	85
Figura 18. Superficies de maíz y trigo en 2030	85
Figura 19. Superficies de maíz de MasAgro por clase de incorporación	86
Figura 20. Superficies de trigo de MasAgro por clase de incorporación	86
Figura 21. Evolución de las superficies de maíz y trigo	92
Figura 22. Mitigación de la Meta 3	96
Figura 23. Presupuesto MasAgro según publicación de CEMDA	101
Figura 24. Presupuesto total de MasAgro (2010-2015)	102
Figura 25. Presupuesto de MasAgro por componentes (2015-2016)	102
Figura 26. Áreas de impacto de MasAgro en 2015	107
Figura 27. Actores y roles en la ruta de implementación de la Meta 3	110
Figura 28. Cronograma de implementación	111
Figura 29. Portada de la herramienta Mayahuel	124
Figura 30. Mitigación total en el sector Agropecuario	127
Figura 31. Emisiones del sector agropecuario	128
Figura 32. Mitigación comparada con la ambición de la CND	129
Figura 33. Curva de abatimiento de las Metas del sector Agropecuario	130
Figura 34. Recursos destinados a la adaptación y mitigación del cambio climático en el PEF (millones de pesos)	133
Figura 35. Arquitectura global de financiamiento climático	134
Figura 36. Proyección de montos disponibles para adaptación y mitigación en México	136
Figura 37. Relación entre mitigación y adaptación	138
Figura 38. Estrategia de adaptación no condicionada y condicionada	141

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos del escenario medio de la Meta 1	27
Tabla 2. Objetivos del escenario ambicioso de la Meta 1	27
Tabla 3. Formulario de la meta Instalación y operación de biodigestores.....	28
Tabla 4. Parámetros de estimación para las vacas lecheras	34
Tabla 5. Parámetros de estimación para las cerdas reproductoras	35
Tabla 6. Parámetros de estimación para los cerdos de engorde	36
Tabla 7. Barreras de carácter horizontal.....	40
Tabla 9. Barreras para la Meta 1	41
Tabla 9. Biodigestores de vacas lecheras y porcino instalados por FIRCO	44
Tabla 10. Fuentes de financiación de FIRCO	45
Tabla 11. Costo total de la implementación de la Meta 1 (2015-2030).....	48
Tabla 12. Indicadores de MRV para la Meta 1 “Instalación y operación de biodigestores”	57
Tabla 13. Co-beneficios específicos de la Meta 1	58
Tabla 14. Formulario de la meta Reducción del uso de fertilizantes sintéticos.....	65
Tabla 16. Factores de emisión y parámetros para el cálculo de las emisiones de los fertilizantes sintéticos nitrogenados	67
Tabla 16. Barreras para la Meta 2	70
Tabla 17. Indicadores de MRV para la Meta 2 “Reducción del uso de fertilizantes sintéticos”	80
Tabla 18. Co-beneficios específicos de la Meta 2	82
Tabla 19. Tipos de prácticas de conservación de suelos.....	88
Tabla 20. Formulario de la meta Agricultura de conservación	89
Tabla 21. Parámetros de estimación para el maíz y el trigo	93
Tabla 22. Destino de los residuos en la línea base y el escenario con meta	93
Tabla 23. Factores de emisión para la quema de residuos	94
Tabla 24. Factores de emisión de los residuos de cultivos	94
Tabla 25. Parámetros de estimación del COS por tipo de práctica de conservación de los suelos	95
Tabla 26. Barreras para la Meta 3	98
Tabla 27. Costo total de la implementación de la Meta 2 (2015-2030).....	103
Tabla 28. Indicadores de MRV para la Meta 3 “Agricultura de conservación”	112
Tabla 29. Co-beneficios específicos de la Meta 3	114
Tabla 30. Barreras para la Meta 4	120
Tabla 31. Compromisos de mitigación de México	123
Tabla 32. Potencial de reducción y costo unitario	131
Tabla 33. Recursos destinados para la adaptación y mitigación del cambio climático en el Presupuesto de Egresos de la Federación (pesos mexicanos)	132
Tabla 35. Metas y acciones de adaptación incluidas en la Contribución de México	142

Resumen Ejecutivo

El desarrollo sustentable y bajo en carbono es actualmente el principal reto al que todos los países del mundo se enfrentan y sobre el cual se han establecido compromisos nacionales vinculantes. A nivel mundial, las economías y políticas comienzan a transitar hacia modelos que permitan alcanzar la sustentabilidad en un contexto de cambio climático, si bien, queda mucho trabajo por hacer para alcanzar los objetivos de aumento máximo de la temperatura incluidos en el Acuerdo de París.

Las características geográficas de México y las condiciones sociales desfavorables que viven algunos sectores de la población lo hacen un país altamente vulnerable a los efectos adversos del cambio climático, afectando tanto a la población como a los recursos naturales del país. Según CENAPRED, durante el 2016, los daños y pérdidas debidos a desastres naturales ascendieron a 12,747.6 millones de MXN, siendo el 86.6% de origen hidrometeorológico^{1 2}. Adicionalmente, la agricultura es uno de los sectores más vulnerables ante los cambios del clima. Por tanto, es fundamental afrontar el problema del cambio climático desde dos frentes, el de mitigación y el de adaptación.

El sector agropecuario se caracteriza a lo largo del territorio nacional por una fuerte presencia de actividades económicas primarias, en la medida que se estima que el 57% de la superficie nacional tiene algún tipo de actividad agropecuaria³. México juega un papel relevante ubicándose como el duodécimo productor mundial de bienes agropecuarios en 2013, manteniéndose desde 1970 con una participación alrededor de 1.5% de la producción mundial⁴. Sin embargo, en los últimos años, en el ámbito económico, estas actividades primarias han perdido relevancia en la generación de empleo y aporte al producto interno bruto (PIB). La producción agropecuaria de México ha crecido 2.1% promedio anual en términos reales entre 2000 y 2013, siendo menor a la dinámica del PIB total que fue en promedio de 2.4% durante el mismo periodo.

Las labores del campo y del ganado tienen una relevancia directa en gran parte de la población mexicana ya que se estiman que el 98% de las localidades del país pertenecen al ámbito rural. El nivel de desarrollo de estas comunidades muchas veces es muy limitado estando en una situación de marginación muy elevada y con una gran parte de la población rural afectada por grandes niveles de pobreza. Sin embargo, hay que destacar el papel fundamental que tiene la producción agrícola y ganadera nacional en la seguridad alimentaria y como única fuente de ingresos para gran parte de la población.

¹ (CENAPRED, 2016)

² El año 2016 no fue especialmente negativo desde el punto de vista de los desastres naturales, p. ej. la cifra para 2010 es 10 veces mayor (101,937.3 millones de MXN)

³ (SAGARPA-FAO, 2012)

⁴ (Martínez, Salgado, & Vázquez, 2017)

En México, históricamente, el sector agropecuario no se ha desarrollado de manera sustentable ni ha incorporado en gran medida la componente medioambiental. Esto es la consecuencia del bajo crecimiento de la actividad agropecuaria, de la persistencia de la pobreza de las familias rurales, de la degradación de los recursos naturales en el sector, del entorno económico desfavorable y de la existencia de un débil marco institucional para generar políticas que contribuyan al desarrollo del sector⁵.

En los últimos años, México ha reconocido la importancia de conservar y manejar activamente los recursos agrarios para lograr un desarrollo sustentable de las comunidades, teniendo también en cuenta los invaluable bienes y servicios ambientales que las tierras agropecuarias ofrecen. Por tanto, la política para el desarrollo rural en México ha evolucionado al pasar de un enfoque centrado en la reforma agraria y en la producción a un enfoque integrado de desarrollo rural donde los aspectos sociales y medioambientales tiene cabida, desarrollando políticas públicas específicas para promover que las comunidades humanas rurales obtengan mejores oportunidades de bienestar a través de su manejo sustentable y medioambientalmente responsable.

El sector agropecuario juega un papel de primer nivel en los esfuerzos de México para la mitigación del cambio climático, pues según el último INEGyCEI de México, en 2015 el sector agropecuario presenta unas emisiones de 102 Mt CO₂eq que representa un 15% de las emisiones totales de GEI de todos los sectores del país. Esto supone un aumento de las emisiones de 3 Mt CO₂eq con respecto a 1990. Sin embargo, la contribución del sector en 1990 era mayor alcanzando el 22% de las emisiones totales del país.

El sector agropecuario es prioritario en las estrategias y acciones climáticas de México, tanto por su potencial de mitigación como de adaptación. Asimismo, las acciones que se realicen relacionadas con el manejo pecuario y de cultivos tienen un efecto directo en el uso y manejo del suelo. Por tanto, tienen un impacto en otros temas de la agenda ambiental de México, como son la protección de la biodiversidad y sus servicios ambientales, y la conservación de los suelos.

El estudio bajo el cual se desarrolló este documento tiene cuatro objetivos. En primer lugar, estimar de manera precisa y transparente la evolución futura, hasta 2050, de las emisiones de las actividades del sector agropecuario sobre las que ejercen un efecto las metas de manera consistente con las estimaciones realizadas en el INEGyCEI (línea base). En segundo lugar, identificar de manera precisa las metas de mitigación del sector comprometidas por las instituciones implicadas, así como aquellas que podrían contribuir a la mitigación del sector. Esto incluyó elaborar una descripción, clarificar el objetivo y líneas de acción consideradas, así como recabar el resto de información general sobre la meta. En tercer lugar, estimar la mitigación potencial de cada una de las metas, de manera que sea comparable con los resultados del INEGyCEI y la línea base. Finalmente, determinar los pasos necesarios para su implementación, los costos asociados, las barreras, los co-beneficios y los actores clave implicados.

⁵ (SAGARPA-FAO, 2012).

La estimación del potencial de mitigación de una acción de mitigación debe estar asociada a una línea base que muestre el escenario futuro sin el efecto de la acción. Sin esta línea base, los resultados de mitigación carecen de contexto y, por tanto, de valor. La estimación de la línea base para las metas consideradas en el sector agropecuario de México se ha desarrollado partiendo de la información del INEGyCEI y de la línea base del sector agropecuario, ambas desarrolladas por el INECC. Sin embargo, para poder determinar de manera precisa la mitigación de las metas, estas estimaciones han sido mejoradas y completadas en base a metodologías más detalladas y los mejores datos disponibles sobre variables explicativas.

Para la estimación de la línea base y la mitigación de las metas se desarrolló un modelo de uso amigable y sencilla actualización, capaz de estimar el escenario base (BaU) de las proyecciones del sector agropecuario de manera eficiente y comprensible para los escenarios 2030 y 2050, así como para todos los años intermedios. Asimismo, esta herramienta (Mayahuel) realiza las estimaciones de la mitigación de cada una de las metas de manera transparente y eficiente usando metodologías de alto nivel, pero conservando su facilidad de actualización.

A través de contactos con los actores claves se identificaron las acciones de mitigación que tienen un apoyo institucional para su desarrollo y cuentan con un diseño lo suficientemente maduro como para poder estimar su efecto en las emisiones y absorciones en el sector. Asimismo, se identificaron otras grandes metas que, si bien no cuentan en la actualidad con una partida presupuestaria para los próximos años, han sido probadas con anterioridad y son una interesante opción para la mitigación dentro del sector.

Se han identificado 3 grandes metas de mitigación: Instalación y operación de biodigestores; Reducción del uso de fertilizantes sintéticos; y Agricultura de conservación. En colaboración con los actores clave se pudo lograr una mayor concreción en las acciones a realizar para lograr estas metas que se han traducido en el desarrollo de líneas de acción con objetivos y procedimientos de implementación más concretos. Sin embargo, estas líneas de acción deben seguir siendo consideradas como objetivos generales que requieren de la definición de acciones particulares que las desarrollen.

Se han estimado tres proyecciones en función de su nivel de mitigación (baja, media y alta). La proyección de baja mitigación está compuesta por escenarios de mitigación mínima de todas las metas que se corresponde con la ambición comunicada por los actores clave. Las proyecciones de media y alta mitigación se basan en escenarios con una ambición mejorada (escenarios medio) o con los objetivos maximizados (escenarios ambiciosos). Los resultados de mitigación obtenidos son una reducción de las emisiones en 2030 de 0.26 Mt de CO₂eq (proyección de baja mitigación), 5.61 Mt de CO₂eq (proyección de media mitigación) y 11.70 Mt de CO₂eq (proyección de alta mitigación).

La meta de instalación y operación de biodigestores se basa en una ambiciosa ampliación del número de vacas lecheras y porcino cuyos estiércoles son tratados con biodigestores que pasarían de 2,585,863 en el año 2015 a 4,400,000 en 2030 (escenario medio) y a 14,469,607 (escenario ambicioso). Estas instalaciones se complementarán con un aumento del porcentaje de biodigestores gestionados eficientemente que pasaría del 46% en 2015 a un 90% en el año 2030 (escenario medio) y al 100% (escenario ambicioso). El

escenario mínimo se articula en torno a la actual situación de la meta para la que no existe ni un programa ni un presupuesto que soporte la implementación de esta meta.

La línea base de esta meta no considera un aumento ni del número de biodigestores ni de su eficiencia. Por tanto, presenta emisiones para todo el periodo proyectado que van aumentando ligeramente con el tiempo pasando de 8,177 kt CO₂eq en 2015 a 9,139 kt CO₂eq en 2030 en línea con el aumento de la cabaña ganadera. Sin embargo, con la meta, la tendencia de las emisiones es a la baja a lo largo del periodo proyectado para los escenarios medio y ambicioso. Se parte del mismo valor para 2015, pero se reduce a 5,023 kt CO₂eq en 2030 (escenario medio) y 2,501 kt CO₂eq en 2030 (escenario ambicioso). Como consecuencia, la mitigación de esta meta aumenta a lo largo de toda la serie proyectada, alcanzando, 4,116 kt CO₂eq (escenario medio) y 6,638 kt CO₂eq (escenario ambicioso) en 2030.

La meta de reducción del uso de fertilizantes sintéticos tiene como objetivo reducir el consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados en los cultivos a través de la incorporación de biofertilizantes. Los biofertilizantes o inoculantes son insumo de nutrición vegetal elaborado con base en microorganismos que, al aplicarse al suelo o a las semillas, favorece el aprovechamiento de los nutrientes y reducen la necesidad de nitrógeno del cultivo. Se analizan 3 escenarios, un escenario mínimo basado en actual situación de la meta para la que no existe programada un esfuerzo adicional. Un escenario medio que asume la implantación de la meta en un millón de hectáreas de maíz en 2030 para las que se espera una reducción del consumo de fertilizante sintético del 25%. Finalmente, un objetivo ambicioso que pretende una reducción del 28% respecto al total nacional de fertilizantes sintéticos nitrogenados consumidos en 2030.

La línea base de esta meta asume un aumento en el consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados que pasan de 1,127 kt N en 2015 a 1,347 kt N en 2030. Este incremento se asume análogo en porcentaje para la parte de los fertilizantes en forma de urea. Por tanto, las emisiones aumentan de 11,364 kt CO₂eq en 2015 a 13,781 kt CO₂eq en 2030. En el escenario con la meta, el consumo en 2030 se estima en 1,313 kt N (escenario medio) y 970 kt N (escenario ambicioso). Esto se traduce en unas emisiones de 13,566 kt CO₂eq (escenario medio) y 11,420 kt CO₂eq (escenario ambicioso) en 2030 y, por tanto, en una mitigación de 215 kt CO₂eq (escenario medio) y 2,361 kt CO₂eq (escenario ambicioso).

La meta de agricultura de conservación se desarrolla a través de dos líneas de acción que interactúan para conseguir la mitigación esperada. Estas líneas tienen como objetivo la reducción de la quema de residuos en el campo a través de su incorporación al suelo y la promoción de prácticas de laboreo de conservación en cultivos. El objetivo de la primera meta es incorporar al programa MasAgro 3,029,581 ha de maíz y trigo hasta 2030, consiguiendo que la incorporación de residuos alcance el 60% y desaparezca la quema de residuos en estas áreas. Los objetivos de esta línea no se modifican en los distintos escenarios. La segunda línea tiene como objetivo aumentar la superficie de cultivos bajo laboreo de conservación pasando de las 71,325 ha de 2015 a 598,230 ha (escenario mínimo), 2,000,000 ha (escenario medio) y 4,000,000 ha (escenario ambicioso) en 2030.

El efecto de estas dos líneas está completamente interrelacionado dado que la incorporación de residuos al suelo de la primera línea es la que permite realizar de manera adecuada el laboreo de conservación de la segunda. Por tanto, ambas líneas no pueden verse por separado.

La línea base presenta un ligero aumento de las emisiones de la línea 1 que pasan de 850 kt CO₂eq en 2015 a 886 kt CO₂eq en 2030. El escenario con la meta presenta unas emisiones mayores en 2030 (981 kt CO₂eq). Esto se debe a que la reducción de emisiones por la menor quema (85 kt CO₂eq) no compensa el incremento de emisiones debidas a la descomposición de los residuos en el campo y la lixiviación de parte del nitrógeno contenido en los mismos (179 kt CO₂eq). Sin embargo, este aporte de N al suelo debido a los residuos es una de las bases de la reducción de emisiones generadas por la línea 2. La línea base de la línea 2 presenta una ligera disminución del sumidero de los suelos de los cultivos que pasa de 51 kt CO₂eq fijadas en 2015 a 50 kt CO₂eq en 2030. Por el contrario, el escenario con la meta presenta un claro aumento del sumidero que alcanza las 401 kt CO₂eq en 2030, lo que representa una mitigación de 352 kt CO₂eq (escenario medio) y 1,368 kt CO₂eq (escenario ambicioso) en 2030. En conjunto, la mitigación total de esta meta, que si cuenta con un compromiso por parte del actor clave, es de 257 kt CO₂eq (escenario medio) y 1,273 kt CO₂eq (escenario ambicioso) en 2030.

El trabajo final del estudio consistió en colaborar con los principales actores clave sectoriales (las direcciones generales de productividad y fibras naturales de SAGARPA, así como COTECOCA, FIRCO y CIMMYT) en el desarrollo de las rutas de implementación de las metas antes referidas. Para ello, se llevó a cabo un proceso colaborativo a través de reuniones bilaterales y talleres sectoriales donde se identificaron las barreras, necesidades y oportunidades a la implementación de cada medida; los posibles co-beneficios asociados; los principales actores y su papel en la implementación; las acciones a realizar; y un análisis preliminar del costo y costo-beneficio de las metas.

Sobre este proceso es importante destacar la confirmación de la falta de objetivos claros de mitigación a medio y largo plazo de las metas pese a disponer de casos de éxito en su aplicación en el pasado. Debido a esta indefinición, se constata una falta de planes de implementación, los cuales han sido pospuestos hasta disponer de un presupuesto y objetivo concreto con el que trabajar. Dado el alcance de las metas, el diseño de estos planes será un proceso de gran importancia y laborioso, que deberá integrar a todos los actores implicados y que deberá estar sujeto a revisiones en función de los resultados conseguidos. Finalmente, se confirmaron las barreras existentes y la necesidad de lograr superarlas para efectiva implementación de las metas.

Desde el punto de vista de los costos, se determinó que la meta con un menor costo-beneficio es la instalación y operación de biodigestores (159.55 MXN/t CO₂eq), siendo a la vez su potencial total de mitigación el mayor con diferencia. La meta 3 presenta un costo-beneficio de 1,081.22 MXN/t CO₂eq, mientras que, para la meta 2 no se ha podido calcular su costo de implementación. Sin embargo, estos valores deben ser tomados con precaución ya que la información disponible sobre costos es limitada.

En conclusión, el sector agropecuario se muestra como un posible gran aliado a la hora de lograr los objetivos de la NDC de México. Si bien, las proyecciones de baja mitigación no presentan una gran reducción (0.26 Mt CO₂eq en 2030), las proyecciones de media y alta mitigación si muestran altas mitigaciones (5.6 y 11.7 Mt CO₂eq en 2030), superando la proyección de alta mitigación la ambición no condicionada recogida en los compromisos de la CND (6.95 Mt CO₂eq). Sin embargo, se constata que dentro del sector existe una gran indefinición sobre el futuro de las dos primeras metas. Adicionalmente, el sector agropecuario se enfrenta a importantes retos para el adecuado logro de los objetivos de las metas, como se muestra en el gran número e importancia de las barreras identificadas. Finalmente, hay que destacar que es un sector complejo desde el punto de vista social debido al impacto que tienen las medidas sobre gran parte de la población mexicana, lo que hace necesario un proceso participativo y detallado para encontrar las acciones más adecuadas en la implementación de las metas.

Palabras clave

mitigación, agropecuario, cultivos, suelos, biodigestores, quema, fertilizantes, laboreo, conservación, COS, NDC, México, emisiones, proyecciones, línea base

Objeto y composición del documento

Este documento presenta el trabajo realizado para el desarrollo de las rutas tecnológicas y de implementación de las metas de la NDC del sector Agropecuario en México. El objetivo de este informe es servir de base a la identificación de la situación actual de la mitigación dentro del sector Agropecuario de México, así como a mostrar las rutas de implementación, las barreras, costos y co-beneficios asociados.

Este documento informa sobre los datos de actividad, fuentes de información, documentos de consulta, factores de emisión, metodología(s), datos socioeconómicos y supuestos utilizados para el desarrollo de la línea base y el impacto de las medidas de mitigación sobre la misma. Para que de esta manera la información pueda ser integrada o actualizada posteriormente.

Rutas tecnológicas y de implementación (Rtydi) de las metas de la NDC de México en el sector agropecuario

Advertencia previa

Las Rutas tecnológicas y de implementación (RTyDI) o Mapas de Ruta Tecnológica (MRT) están diseñadas para orientar las iniciativas relativas al desarrollo tecnológico (nuevas tecnologías) que al introducirse en el país generan una mitigación de las emisiones. Es decir, buscan la transferencia de tecnología y de conocimientos para su aplicación. Sin embargo, las metas y acciones relativas al sector agropecuario se desarrollan a través de la puesta en funcionamiento de protocolos, marcos normativos, concienciación de la sociedad y proyectos que modifican el actual manejo de los animales y cultivos. Por tanto, es importante tener en cuenta esta diferenciación y sus implicaciones en el desarrollo de este apartado.

Sin embargo, por consistencia con los pliegos del estudio se ha decidido no modificar el nombre del apartado y mantener la terminología de Rutas Tecnológicas y de Implementación.

Introducción

El propósito del mapa de las rutas tecnológicas y de implementación de las medidas de mitigación del sector agropecuario (en adelante, mapa de ruta) es identificar las acciones planificadas por el país y barreras a las que se enfrentan. En particular, se espera que el mapa de ruta sea un insumo de información que sirva de base para orientar la definición e implementación de las acciones de mitigación del sector Agropecuario.

En este mapa de ruta se propone una visión a 2030 en la que se considera factible alcanzar una mitigación de hasta 11.7 Mt de CO₂eq en 2030. Sin embargo, la mitigación actualmente comprometida por los actores claves es sólo de 0.26 Mt CO₂eq correspondiente a la Meta 3 “Agricultura de Conservación”.

Los resultados de este estudio se basan, en el contacto con los actores clave y una serie de talleres realizados entre abril de 2017 y septiembre de 2018 en los que participaron los actores clave y especialistas en temas agropecuarios de las distintas instituciones implicadas; y la documentación aportada por los mismos, entre la que cabe destacar Estrategia Nacional de Cambio Climático; Visión 10-20-40 (ENCC 2013), el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC 2014), la línea base de FIRCO-Banco Mundial, el Programa de Fomento a la Agricultura y el Programa MasAgro.

Adicionalmente, se revisaron documentos de carácter técnico y se tuvieron comunicaciones directas con los actores clave para establecer un panorama general de las actuaciones más recientes y planeadas, relativas a las metas del sector Agropecuario.

Este mapa de ruta presenta una serie de acciones estratégicas y habilitadoras que se consideran prioritarias para favorecer la consecución de los objetivos de mitigación del sector Agropecuario. El estado actual en la definición de los objetivos de las metas del sector no permite un desarrollo detallado de las distintas partes de un mapa de ruta. Sin embargo, este mapa contendrá, dentro de lo posible, información sobre acciones, actividades, actores involucrados y plazos propuestos. Es importante señalar que este mapa de ruta no es un programa de trabajo sino una perspectiva global de las implicaciones y requerimientos derivados de la implementación de las metas del sector Agropecuario en México.

Finalmente, es preciso mencionar que los resultados que se presentan en este documento corresponden con la información disponible al momento de su escritura. Actualmente, las metas del sector Agropecuario se encuentran en un estado de desarrollo preliminar. Por tanto, la vigencia de las acciones, actores y plazos indicados podrían verse modificados en la medida en que existan mejoras significativas en el desarrollo de alguna de las metas.

Metodología del mapa de ruta

Este mapa es una herramienta para la actualización y futuro desarrollo de las acciones de mitigación que desarrollan las metas de la NDC de México. Mediante esta herramienta se pretende comunicar a los actores clave y partes interesadas las acciones a realizar, el efecto de estas, las barreras y oportunidades que presentan. Este mapa de ruta se plantea con el objetivo de contribuir a la planeación estratégica del sector a través de lograr una visión compartida y colaborativa del desarrollo y concreción de las medidas que permita a todos los actores clave estar involucrados y disponer de un conocimiento sectorial y de mitigación que haga los esfuerzos consistentes.

Existen diversas metodologías para la elaboración de un mapa de ruta que varían en la forma de identificación, participación y consenso de los actores clave en su desarrollo. Según SENER (SENER, 2017), las metodologías se pueden dividir en 3:

- a) Método basado en la experiencia de expertos
- b) Método de talleres basado en discusiones dirigidas
- c) Método basado en trabajo en escritorio

Para esta ruta se ha optado por un enfoque mixto que engloba el uso del conocimiento de los expertos del sector (enfoque a) y en talleres y reuniones dirigidas (enfoque b), en las que los actores clave pueden aportar su punto de vista y conocimientos al proceso.

Meta1. Instalación y operación de biodigestores

Nombre de la meta

Esta meta está relacionada con la incluida en el documento de Narrativas bajo el nombre de “Instalación y operación de biodigestores para las excretas del ganado estabulado”.

Narrativa de la meta

La información recibida de los actores clave indica que esta medida se ha realizado en México desde la primera década de este siglo, por lo que existe información histórica sobre la misma. Sin embargo, las partidas presupuestarias para esta medida no se han renovado, por lo que no se espera que se realicen nuevas instalaciones de biodigestores o mejoras en su eficiencia en los próximos años.

El proyecto de instalación de biodigestores parte del “Proyecto de Bioeconomía 2010” (2011-2018), el Componente de Bioenergía y Fuentes Alternativas (2009-2013) y el Componente de Bioenergía y Sustentabilidad (2014-2015) ambos del Programa de Fomento a la Agricultura.

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) coordinó la operación del Proyecto de Bioeconomía 2010 con recursos que previamente canalizó al Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE) que coordina la Secretaría de Energía (SENER) a través de la Dirección General de Energías Limpias.

El presupuesto de este proyecto es compartido entre la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y la Secretaría de Energía (SENER), en particular del Fondo de transición energética de la Dirección General de Energías Limpias.

Este proyecto disponía de 5 entidades implementadoras:

- FIRCO (Fideicomiso de Riesgo Compartido)
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura)
- FND (Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero)
- FOCIR (Fondo de Capitalización e Inversión del Sector Rural)
- Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología)

Durante este proyecto, FIRCO implementó 500 millones de USD hasta 2017 (aproximadamente la mitad del presupuesto) de los cuales sólo una parte se destinaron para la instalación de biodigestores (360 biodigestores). Este proyecto se realizó dentro del marco de un proyecto con Banco Mundial que aportó un crédito de 50 millones de USD (posteriormente ampliado con 50 millones más), adicionales a recursos que

fueron canalizados a través del Proyecto de Bioeconomía 2010 y los Componentes del Programa de Fomento a la Agricultura. Esto no debe entenderse como una condicionalidad, ya que el dinero se debía adelantar por el proyecto de Bioeconomía y luego el reintegro por parte del Banco Mundial no va al proyecto sino a TESOFE (Tesorería de la Federación), por lo que sólo podría considerarse como un co-beneficio.

Actualmente no se conoce el destino de la meta después de 2018, ya que el actual programa está finalizado y SENER ni SAGARPA tienen asignado un presupuesto para ello. Sin embargo, históricamente, ha sido un proyecto muy demandado por los ganaderos, llegándose con creces al cupo de posibles proyectos en menos de 24 horas después de la apertura de la ventanilla de atención.

Se considera que el Proyecto de Agro-energía para la sostenibilidad puede ser el posible heredero del Proyecto de Bioeconomía de 2010, principal fuente de financiación de FIRCO. En caso de incluirse, se ha planteado implementar un sistema telemétrico para disponer de un MRV acreditado que permita comercializar la reducción de emisiones. Esta telemetría se plantea comenzar con las nuevas instalaciones y extenderlo a las antiguas instalaciones.

Pese a que el proyecto no tiene partidas presupuestarias ni ambición a 2030. Se ha optado por realizar una estimación de su mitigación en función de la ambición incluida en el documento de Narrativas del sector Agropecuario (INECC, 2015).

Responsable de la meta

Durante la última fase del proyecto la Dirección General de Fibras Naturales y Biocombustibles de SAGARPA fue la encargada de su realización. Sin embargo, la distribución actual de competencias no incluye la instalación de biodigestores dentro de las atribuciones de esta dirección general.

Descripción de la meta

Esta meta se articula a través de una única línea de actuación:

- Línea 1: Instalación y operación de biodigestores.

Línea 1: Instalación y operación de biodigestores

El principal componente de esta meta es el aumento del número de cabezas de vacas lecheras y porcinos con manejo de excretas a través de biodigestores. Asimismo, busca mejorar la gestión de los biodigestores existentes y a instalar para lograr un funcionamiento eficiente de los mismos.

Se presentan 3 escenarios en función de su nivel de ambición:

- Mínimo: En línea con la situación actual, se supone que no existirá ninguna financiación adicional para la instalación de biodigestores.
- Medio: Se toman los objetivos recogidos en el documento de Narrativas⁶
- Ambicioso: Se asume que se instalarán biodigestores en todas las unidades de producción para las que es factible su uso. En el caso de las vacas lecheras se consideran las unidades de producción especializadas (50.6%) y semi-especializadas (21.3%). En el caso del porcino se instalarán en todas las “granjas formales” (tecnificadas y semi-tecnificadas), excluyendo los animales en traspatio⁷.

Para los escenarios medio y ambicioso se considera una mejora adicional de la eficiencia en la gestión de los biodigestores, alcanzándose un 90% de biodigestores con manejo eficiente en el escenario medio y un 100% en el escenario ambicioso.

Los objetivos concretos del escenario medio se observan en la Tabla 1 y del escenario ambicioso en la Tabla 2. El escenario mínimo se corresponde con el escenario bussiness as usual y, por tanto, no tiene objetivos adicionales.

Tabla 1. Objetivos del escenario medio de la Meta 1

	2015	2020	2025	2030	2050	Unidad
Línea 1 (vacas lecheras)	1,078,100	1,185,400	1,292,700	1,400,000	1,400,000	Número de cabezas gestionadas con biodigestor
Línea 1 (porcino - hembras)	16,569	111,046	205,523	300,000	300,000	Número de cabezas gestionadas con biodigestor
Línea 1 (porcino - engorde)	1,491,194	1,894,129	2,297,065	2,700,000	2,700,000	Número de cabezas gestionadas con biodigestor
Línea 1 (eficiencia - vacas lecheras)	43%	59%	74%	90%	90%	% biodigestores eficientemente gestionados
Línea 1 (eficiencia - porcino)	49%	62%	76%	90%	90%	% biodigestores eficientemente gestionados

Fuente: Elaboración propia basada en las narrativas del sector agropecuario (INECC, 2015)

Tabla 2. Objetivos del escenario ambicioso de la Meta 1

	2015	2020	2025	2030	2050	Unidad
Línea 1 (vacas lecheras)	1.078.100	1.340.231	1.602.362	1.864.493	1.864.493	Número de cabezas gestionadas con biodigestor
Línea 1 (porcino - hembras)	16.569	415.989	815.410	1.214.830	1.214.830	Número de cabezas gestionadas con biodigestor
Línea 1 (porcino - engorde)	1.491.194	4.790.891	8.090.587	11.390.284	11.390.284	Número de cabezas gestionadas con biodigestor
Línea 1 (eficiencia - vacas lecheras)	43%	62%	81%	100%	100%	% biodigestores eficientemente gestionados
Línea 1 (eficiencia - porcino)	49%	66%	83%	100%	100%	% biodigestores eficientemente gestionados

⁶ Para todo el resto de las estimaciones de este capítulo se va a tomar el escenario medio como escenario por defecto.

⁷ Supuestos basados en la información recogida en “Diagnóstico General de la Situación Actual de los Sistemas de Biodigestión en México” (FIRCO, 2010).

Fuente: Elaboración propia basada en (FIRCO, 2010).

Formulario de la meta

En este apartado se incluye el formulario de recogida de información de las acciones de mitigación correspondiente a esta meta en su estado actual de recogida de datos.

Tabla 3. Formulario de la meta instalación y operación de biodigestores

Nombre de la acción de mitigación	Instalación y operación de biodigestores
Objetivo	Aumentar el número de cabezas de vacas lecheras y porcino cuyas excretas son gestionadas a través de biodigestores. Asimismo, se busca mejorar la gestión de los biodigestores existentes y a instalar para lograr un funcionamiento eficiente de los mismos.
Entidad responsable	SAGARPA
Tipo de entidad	Gobierno Federal
Área responsable	N.D.
Información de contacto	N.D.
Sector	Agricultura (ganadería)
Categorías afectadas	Gestión de estiércol (3A2) <ul style="list-style-type: none"> • Vacas lecheras (3A2ai) • Porcino (3A2h)
Meta del NDC en la que se integra	Instalación y operación de biodigestores
Gases afectados (CO₂, CH₄, N₂O, Otros)	Metano (CH ₄) Emisiones directas de óxido nitroso (N ₂ O) Emisiones indirectas de óxido nitroso (N ₂ O)
Fecha de inicio de implementación (año)	2008
Fecha de fin de implementación (año)	2015
Estado	Expirada
Escenario de proyecciones	BaU
Políticas asociadas (lista)	Ley General de Cambio Climático (LGCC 2012) Estrategia Nacional de Cambio Climático 2013 (ENECC 2013) Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC 2014) Proyecto de Bioeconomía 2010 Componente de Bioenergía y Fuentes Alternativas del Programa de Sustentabilidad de los Recursos Naturales 2013 Programa de Energía Renovable para la Agricultura (PERA) Proyecto de Apoyo al Valor Agregado de Agronegocios con esquemas de Riesgo Compartido (PROVAR) Proyecto de Agro-Energía para la Sostenibilidad
Tipo (principal) de instrumento	Económico
Reducción de emisiones por año (t CO₂eq)	Escenario mínimo: 0 kt CO ₂ eq en 2030 Escenario medio: 4,116 kt CO ₂ eq en 2030 Escenario ambicioso: 6,638 kt CO ₂ eq en 2030

Parámetros para el cálculo de la mitigación	Número de vacas lecheras y porcino sin biodigestor, con biodigestor eficientemente gestionado y con biodigestor deficientemente gestionado Sistemas de gestión de estiércoles (sin biodigestor, con biodigestor eficientemente gestionado y con biodigestor deficientemente gestionado) Temperatura media de la región Características de la unidad de producción por región
Interacciones con otras medidas	No
Indicadores de control (MRV)	Para cada tipo de animal (vacas lecheras, cerdas reproductoras y porcino de engorde): Número de cabezas con biodigestor Porcentaje de biodigestores con un uso eficiente
Costo (MXN, USD...)	656,847,738 MXN (costo de la institución implementadora)
Información adicional sobre los costos	Costos unitarios para la institución: Promedio: 159.55 MXN / t CO ₂ eq Vaca lechera: 99.49 MXN / t CO ₂ eq Porcino: 590.08 MXN / t CO ₂ eq Costos elaborados a partir de la información de la línea base de FIRCO teniendo en cuenta los costos de instalación de 342 biodigestores.
Medida de adaptación	No (más información en el apartado de adaptación)
Co-beneficios asociados (lista)	Véase apartado de co-beneficios
Descripción de los co-beneficios	Véase apartado de co-beneficios
Barreras a la ejecución (lista)	Véase apartado de barreras, oportunidades y necesidades
Plan de implementación/Pruebas piloto	No se dispone de un plan de implementación ya que no hay un programa que desarrolle esta meta en el futuro. Se puede considerar que las instalaciones realizadas por los implementadores (FIRCO, FIRA y FND) para SAGARPA en el periodo 2008-2015 constituyen un precedente y, por tanto, son una posible prueba piloto.
Necesidades del sector (lista)	Véase apartado de barreras, oportunidades y necesidades
Descripción de la meta	El principal componente de esta meta es el aumento del número de cabezas de vacas lecheras y porcinos con manejo de excretas a través de biodigestores. Asimismo, se busca mejorar la gestión de los biodigestores existentes y a instalar para lograr un funcionamiento eficiente de los mismos.
Documento(s) de referencia	(FIRCO-Banco Mundial, 2015) (FIRCO, 2017) (Gobierno de México, 2014) (INECC, 2016) (INECC, 2018) (INECC, 2017) (INECC, 2015) (INEGI, 2014) (IRRI, 2013) (McKensy&Company, 2009) (USDA, 2014)

Potencial de mitigación

Los componentes de la meta son:

- Aumento en el número de cabezas de vacas lecheras y porcinos cuyo manejo de excretas sucede en biodigestores.
- La mejora de la gestión de los biodigestores existentes y a instalar para lograr un funcionamiento eficiente de los mismos.

La gestión de las excretas animales en granja es una fuente de emisiones en la categoría IPCC de Gestión de estiércol (3A2) para los animales: Ganado Vacuno – Vacas lecheras (3A2ai) y Porcino (3A2h) que incluye todas las emisiones generadas en las granjas. Dentro de esta categoría se deben estimar las

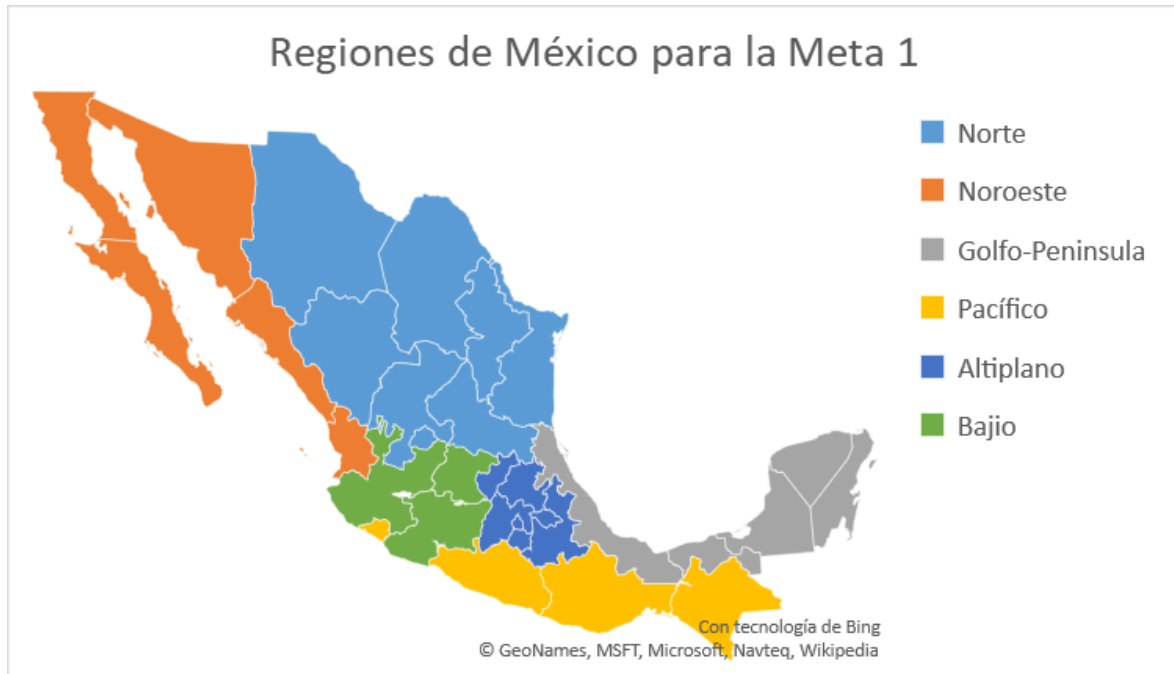
- Emisiones de metano (CH₄)
- Emisiones directas de óxido nitroso (N₂O)
- Emisiones indirectas de óxido nitroso (N₂O)
 - Deposición atmosférica
 - Lixiviación y escorrentía

Las Directrices IPCC explican que las emisiones debidas a la lixiviación y escorrentía en las granjas sólo deben estimarse si el país dispone de información nacional sobre el porcentaje de nitrógeno lixiviado⁸. Dado que México no dispone de dicha información, no se han estimado las emisiones de esa fuente.

Dada la variabilidad regional de temperaturas (que afectan a las emisiones) y tipos de animales se ha optado por realizar la estimación de las emisiones utilizando la regionalización del país propuesta por SIAP (SIAP, 2015) en 6 grandes regiones como se observa en la Figura 1. Esta regionalización se utilizó para las vacas lecheras, porcinos de engorde y cerdas reproductoras.

⁸ Directrices 2006 de IPCC (IPCC, 2006). Volumen 4, capítulo 10, pg.10.60.

Figura 1. Regionalización de México para la estimación de la Meta 1



Fuente: Herramienta de mitigación del sector agropecuario (Mayahuel).

En las siguientes secciones se describen las variables de actividad, parámetros de la estimación, metodología y resultados. La implementación de esta metodología y supuestos se ha realizado en la Herramienta para la estimación de la mitigación de las metas (Mayahuel). Puede encontrarse información más detallada sobre el contenido de la herramienta en el apartado “Herramienta para la estimación de la mitigación de las metas (Mayahuel)” del capítulo “Resultados globales del sector Agropecuario”.

Variables de actividad

La variable de actividad es el número total de cabezas desagregado entre aquellas que cuentan con biodigestor eficientemente gestionado, biodigestor deficientemente gestionado y aquellas que son tratadas con otros sistemas de gestión.

La información de base utilizada ha sido:

- Estadísticas históricas de número de cabezas: SIAP (Servicio de información agroalimentaria y pesquera, 2017).
- Eficiencia histórica de los biodigestores: Informe de efluentes de FIRCO (FIRCO, 2017).

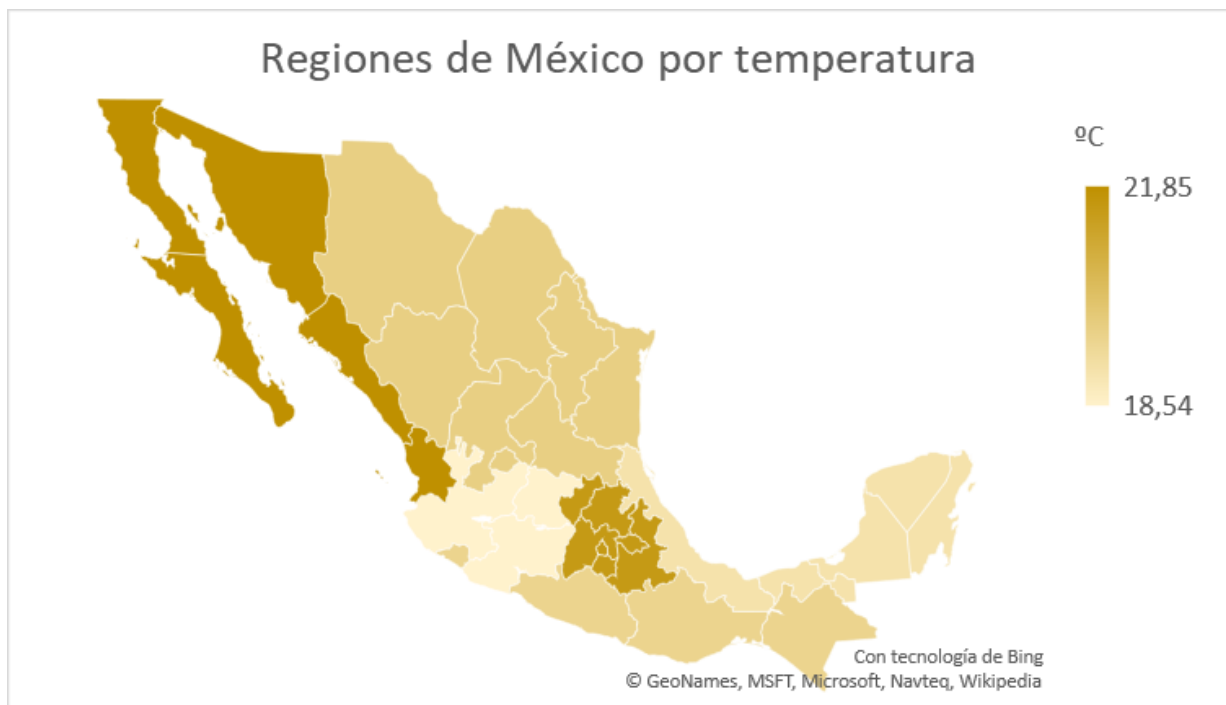
- Proyección del número de cabezas totales de cada especie: Herramienta de la Línea Base del sector Agropecuario (INECC, 2017).
- Supuestos futuros de número de cabezas en biodigestores y eficiencia de los biodigestores: Narrativas del sector Agropecuario (INECC, 2015).

Parámetros de estimación y factores de emisión

En esta consultoría, se procedió a utilizar la metodología Tier 2 de las Directrices 2006 de IPCC (IPCC, 2006). Las estimaciones se realizaron a nivel regional (véase Figura 1) teniendo en cuenta las diferencias regionales entre el manejo, especie y clase de animal y clima.

Las temperaturas medias por región son la media ponderada por el número de cabezas de cada uno de los estados que las componen. El resultado se muestra en la Figura 2.

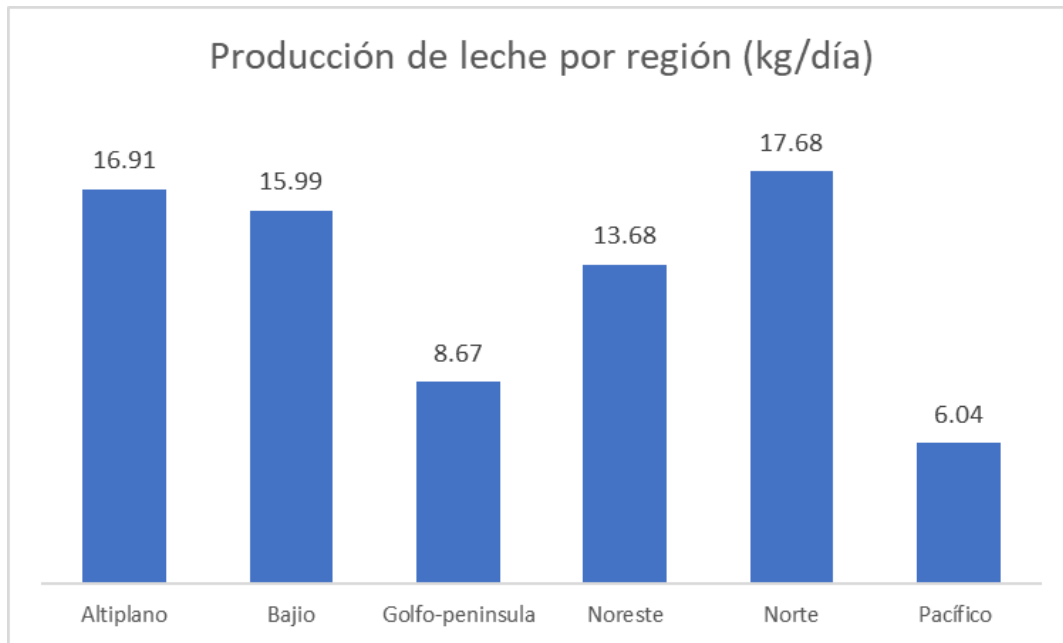
Figura 2. Temperaturas medias en las regiones de México



Los parámetros de estimación para cada una de las regiones son en función del juicio de experto del equipo del INEGyCEI. En el caso de las vacas lecheras, se han asimilado sus animales a la categoría “América del Norte” de las Directrices 2006 de IPCC (IPCC, 2006) para las regiones Altiplano, Bajío, Noroeste y Norte, tomándose los parámetros por defecto para esa región que aparecen en las Directrices 2006 de IPCC. Para

las regiones Golfo-Península y Pacífico se han tomado los valores de la categoría “Latinoamérica”, debido a las diferencias en los sistemas de producción⁹ y gestión que quedan reflejadas en la productividad de las mismas (véase Figura 3).

Figura 3. Producción lechera por región



En el caso de los porcinos (engorda y cerdas reproductoras), se considera que la categoría “Norte América” de las Directrices 2006 de IPCC (IPCC, 2006) es la que mejor representa a la pía mexicana. Por tanto, para las estimaciones se utilizaron los parámetros por defecto de dicha categoría de las Directrices 2006 de IPCC.

Los pesos de las vacas lecheras provienen de la Encuesta Nacional Agropecuaria 2014 del INEGI (INEGI, 2014). Mientras los pesos del porcino del engorde provienen del SIAP (SIAP, 2018).

Los valores de los parámetros usados en la estimación se presentan en la

Tabla 4,

Tabla 5 y

Tabla 6 siguientes:

⁹ En estas regiones se utilizan animales de doble propósito (leche/carne) para la producción de leche.

Tabla 4.

Parámetros de estimación para las vacas lecheras

Región	Región IPCC	VS	Bo	Nex			Temperatura media	MS%						
				Nex/1000 kg	Peso	Nex		Laguna	Líquido/fango	Sólidos	Corral de engorde	Pradera	Diaría	Otros
Altiplano	North America	5.4	0.24	0.44	529	84.93	21.51	15.00%	27.00%	26.30%	0.00%	10.80%	18.40%	2.50%
Bajo	North America	5.4	0.24	0.44	507	81.42	18.54	15.00%	27.00%	26.30%	0.00%	10.80%	18.40%	2.50%
Golfo-Península	Latin America	2.9	0.13	0.48	541	94.83	19.07	0.00%	1.00%	1.00%	0.00%	36.00%	62.00%	0.00%
Noroeste	North America	5.4	0.24	0.44	519	83.38	21.85	15.00%	27.00%	26.30%	0.00%	10.80%	18.40%	2.50%
Norte	North America	5.4	0.24	0.44	522	83.79	19.73	15.00%	27.00%	26.30%	0.00%	10.80%	18.40%	2.50%
Pacífico	Latin America	2.9	0.13	0.48	508	88.93	19.54	0.00%	1.00%	1.00%	0.00%	36.00%	62.00%	0.00%
FE_N2O								0	0.005	0.005	0.02	0.1	0	0.002
Frac_GASM								35.00%	40.00%	30.00%	20.00%	0.00%	7.00%	28.00%

Región	Región IPCC	MCF									FE N2O directas			FE N2O indirectas			
		Laguna	Líquido/fango	Sólidos	Corral de engorde	Pradera	Diaría	Otros	Sin biodigestor	Eficien-teme	Deficien-teme	Sin biodigestor	Eficien-teme	Deficien-teme	Sin biodigestor	Eficien-teme	Deficien-teme
Altiplano	North America	78.00%	31.00%	4.00%	1.50%	1.50%	0.50%	3.00%	21.29%	3.00%	77.00%	0.002715	0	0	0.00259	0.00280	0.00350
Bajo	North America	77.00%	24.00%	4.00%	1.50%	1.50%	0.50%	3.00%	19.25%	3.00%	77.00%	0.002715	0	0	0.00259	0.00280	0.00350
Golfo-Península	Latin America	77.00%	24.00%	4.00%	1.50%	1.50%	0.50%	3.00%	0.59%	3.00%	77.00%	0.0001	0	0	0.00050	0.00280	0.00350
Noroeste	North America	78.00%	31.00%	4.00%	1.50%	1.50%	0.50%	3.00%	21.29%	3.00%	77.00%	0.002715	0	0	0.00259	0.00280	0.00350
Norte	North America	78.00%	26.00%	4.00%	1.50%	1.50%	0.50%	3.00%	19.94%	3.00%	77.00%	0.002715	0	0	0.00259	0.00280	0.00350
Pacífico	Latin America	78.00%	26.00%	4.00%	1.50%	1.50%	0.50%	3.00%	0.61%	3.00%	77.00%	0.0001	0	0	0.00050	0.00280	0.00350

Fuente: Herramienta de mitigación del sector agropecuario (Mayahuel) basada en la información aportada por los expertos.

Nota: VS (sólidos volátiles excretados), Bo (capacidad máxima de producción de metano del estiércol), Nex (nitrógeno excretado), MS% (% del estiércol en el sistema de gestión), Frac_GASM (fracción de N volatilizada como NH3 y NOX) y MCF (factor de conversión de metano).

Tabla 5. Parámetros de estimación para las cerdas reproductoras

Región	Región IPCC	VS	Bo	Nex			Temperatura media	MS%							
				Nex/1000 kg	Peso	Nex		Laguna	Líquido/fango	Sólidos	Corral de engorde	Foso > 1 mes	Diaria	Otros	
Altiplano	North America	0.5	0.48	0.24	250	21.9	21.51	32.80%	18.50%	4.20%	4.00%	40.50%	0.00%	0.00%	
Bajío	North America	0.5	0.48	0.24	250	21.9	18.54	32.80%	18.50%	4.20%	4.00%	40.50%	0.00%	0.00%	
Golfo-Península	North America	0.5	0.48	0.24	250	21.9	19.07	32.80%	18.50%	4.20%	4.00%	40.50%	0.00%	0.00%	
Noroeste	North America	0.5	0.48	0.24	250	21.9	21.85	32.80%	18.50%	4.20%	4.00%	40.50%	0.00%	0.00%	
Norte	North America	0.5	0.48	0.24	250	21.9	19.73	32.80%	18.50%	4.20%	4.00%	40.50%	0.00%	0.00%	
Pacífico	North America	0.5	0.48	0.24	250	21.9	19.54	32.80%	18.50%	4.20%	4.00%	40.50%	0.00%	0.00%	
								FE_N2O	0	0.005	0.005	0.02	0.002	0	0.002
								Frac_GASM	40.00%	48.00%	45.00%	20.00%	25.00%	7.00%	25.00%

Región	Región IPCC	MCF									FE N2O directas			FE N2O indirectas			
		Laguna	Líquido/fango	Sólidos	Corral de engorde	Foso > 1 mes	Diaria	Otros	Sin biodigestor	Efficientemente	Deficientemente gestionado	Sin biodigestor	Efficientemente	Deficientemente	Sin biodigestor	Efficientemente gestionado	Deficientemente gestionado
Altiplano	North America	78.00%	31.00%	4.00%	1.50%	50.00%	0.50%	3.00%	33.49%	3.00%	78.00%	0.001935	0	0	0.00247	0.00250	0.00400
Bajío	North America	77.00%	24.00%	4.00%	1.50%	39.00%	0.50%	3.00%	31.42%	3.00%	77.00%	0.001935	0	0	0.00247	0.00250	0.00400
Golfo-Península	North America	77.00%	24.00%	4.00%	1.50%	39.00%	0.50%	3.00%	31.42%	3.00%	77.00%	0.001935	0	0	0.00247	0.00250	0.00400
Noroeste	North America	78.00%	31.00%	4.00%	1.50%	50.00%	0.50%	3.00%	33.49%	3.00%	78.00%	0.001935	0	0	0.00247	0.00250	0.00400
Norte	North America	78.00%	26.00%	4.00%	1.50%	42.00%	0.50%	3.00%	32.24%	3.00%	78.00%	0.001935	0	0	0.00247	0.00250	0.00400
Pacífico	North America	78.00%	26.00%	4.00%	1.50%	42.00%	0.50%	3.00%	32.24%	3.00%	78.00%	0.001935	0	0	0.00247	0.00250	0.00400

Fuente: Herramienta de mitigación del sector agropecuario (Mayahuel) basada en la información aportada por los expertos.

Nota: VS (sólidos volátiles excretados), Bo (capacidad máxima de producción de metano del estiércol), Nex (nitrógeno excretado), MS% (% del estiércol en el sistema de gestión), Frac_GASM (fracción de N volatilizada como NH3 y NOX) y MCF (factor de conversión de metano).

Tabla 6. Parámetros de estimación para los cerdos de engorde

Región	Región IPCC	VS	Bo	Nex			Temperatura media	MS%						
				Nex/1000 kg	Peso	Nex		Laguna	Líquido/fango	Sólidos	Corral de engorde	Foso > 1 mes	Diaria	Otros
Altiplano	Western Europe	0.3	0.45	0.42	52.19	8.00	21.51	8.70%	0.00%	13.70%	0.00%	69.80%	2.00%	5.80%
Bajío	Western Europe	0.3	0.45	0.42	54.55	8.36	18.54	8.70%	0.00%	13.70%	0.00%	69.80%	2.00%	5.80%
Golfo-Península	Western Europe	0.3	0.45	0.42	52.45	8.04	19.07	8.70%	0.00%	13.70%	0.00%	69.80%	2.00%	5.80%
Noroeste	Western Europe	0.3	0.45	0.42	56.05	8.59	21.85	8.70%	0.00%	13.70%	0.00%	69.80%	2.00%	5.80%
Norte	Western Europe	0.3	0.45	0.42	51.61	7.91	19.73	8.70%	0.00%	13.70%	0.00%	69.80%	2.00%	5.80%
Pacífico	Western Europe	0.3	0.45	0.42	50.17	7.69	19.54	8.70%	0.00%	13.70%	0.00%	69.80%	2.00%	5.80%
FE_N2O								0	0.005	0.005	0.02	0.002	0	0.002
Frac_GASM								40.00%	48.00%	45.00%	20.00%	25.00%	7.00%	25.00%

Región	Región IPCC	MCF									FE N2O directas			FE N2O indirectas			
		Laguna	Líquido/fango	Sólidos	Corral de engorde	Foso > 1 mes	Diaria	Otros	Sin biodigestor	Eficien- te	Deficiente- mente gestionado	Sin biodigestor	Eficien- te	Deficiente- mente gestionado	Sin biodigestor	Eficien- te gestionado	Deficiente- mente gestionado
Altiplano	Western Europe	78.00%	31.00%	4.00%	1.50%	50.00%	0.50%	3.00%	7.52%	3.00%	78.00%	0.000801	0	0	0.00112	0.00250	0.00400
Bajío	Western Europe	77.00%	24.00%	4.00%	1.50%	39.00%	0.50%	3.00%	7.43%	3.00%	77.00%	0.000801	0	0	0.00112	0.00250	0.00400
Golfo-Península	Western Europe	77.00%	24.00%	4.00%	1.50%	39.00%	0.50%	3.00%	7.43%	3.00%	77.00%	0.000801	0	0	0.00112	0.00250	0.00400
Noroeste	Western Europe	78.00%	31.00%	4.00%	1.50%	50.00%	0.50%	3.00%	7.52%	3.00%	78.00%	0.000801	0	0	0.00112	0.00250	0.00400
Norte	Western Europe	78.00%	26.00%	4.00%	1.50%	42.00%	0.50%	3.00%	7.52%	3.00%	78.00%	0.000801	0	0	0.00112	0.00250	0.00400
Pacífico	Western Europe	78.00%	26.00%	4.00%	1.50%	42.00%	0.50%	3.00%	7.52%	3.00%	78.00%	0.000801	0	0	0.00112	0.00250	0.00400

Fuente: Herramienta de mitigación del sector agropecuario (Mayahuel) basada en la información aportada por los expertos.

Nota: VS (sólidos volátiles excretados), Bo (capacidad máxima de producción de metano del estiércol), Nex (nitrógeno excretado), MS% (% del estiércol en el sistema de gestión), Frac_GASM (fracción de N volatilizada como NH3 y NOX) y MCF (factor de conversión de metano).

Asimismo, basado en el juicio de experto de los actores clave y del equipo del INEGyCEI, se asignaron los sistemas de manejo previos a la entrada de la excreta en los biodigestores, diferenciando entre biodigestores eficiente y deficientemente gestionados, tanto para la línea base como para el escenario con meta.

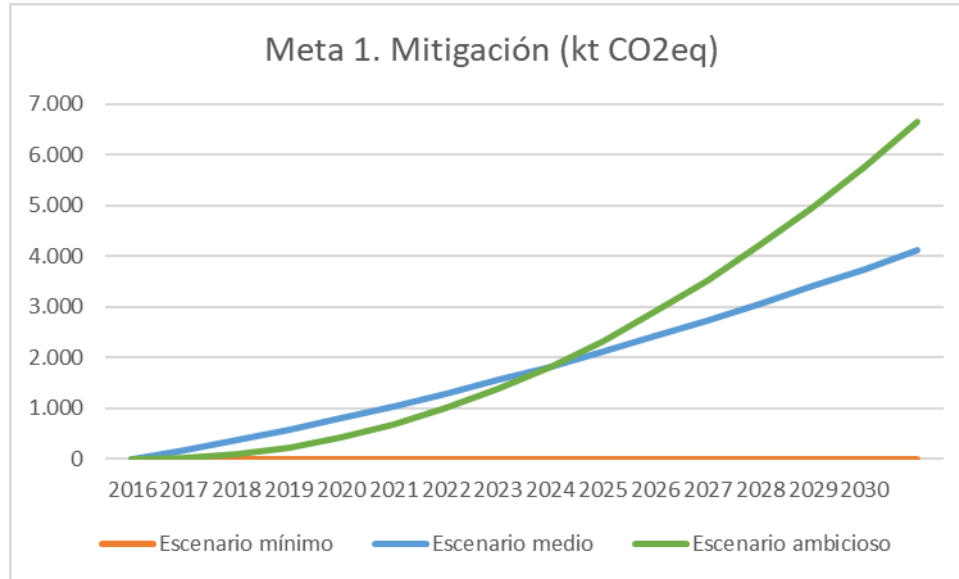
El porcentaje de biodigestores eficientemente gestionados de la serie histórica se obtuvo del análisis del documento de efluentes de FIRCO (FIRCO, 2017). Para la línea base no se considera ninguna mejora en el uso de los biodigestores, por lo que se mantiene este valor hasta 2030. Mientras, la eficiencia esperada para el escenario con medidas en 2030 se ha tomado de las Narrativas del sector Agropecuario (INECC, 2015) y utilizar un incremento lineal en la eficiencia de los biodigestores entre el dato de 2015 y el objetivo en 2030.

La información sobre eficiencia y manejos previos para la línea base fue aportada por los expertos del sector y supone que el 43% de las vacas lecheras se encuentran en biodigestores eficientemente gestionados con un almacenamiento anterior en “Pisos con rejillas”, mientras que el 57% restante se maneja en biodigestores deficientemente gestionados con un almacenamiento anterior en “Laguna anaeróbica no cubierta”. En el caso del porcino, se asume que el 49% de los estiércoles animales se manejan en biodigestores eficientemente gestionados, siendo los sistemas de almacenamiento anterior los mismos que en el caso de las vacas lecheras.

Mitigación potencial de la meta

La mitigación se obtiene de la comparación entre la línea base y el escenario con la meta. Como puede apreciarse en la Figura 4, la mitigación en el escenario medio presenta un aumento constante a hasta 2030, alcanzando las 4,116 kt CO₂eq en 2030 que se mantienen constantes en 2050. Asimismo, el escenario ambicioso logra alcanzar las 6,638 kt CO₂eq en 2030 que también se mantienen constantes hasta 2050.

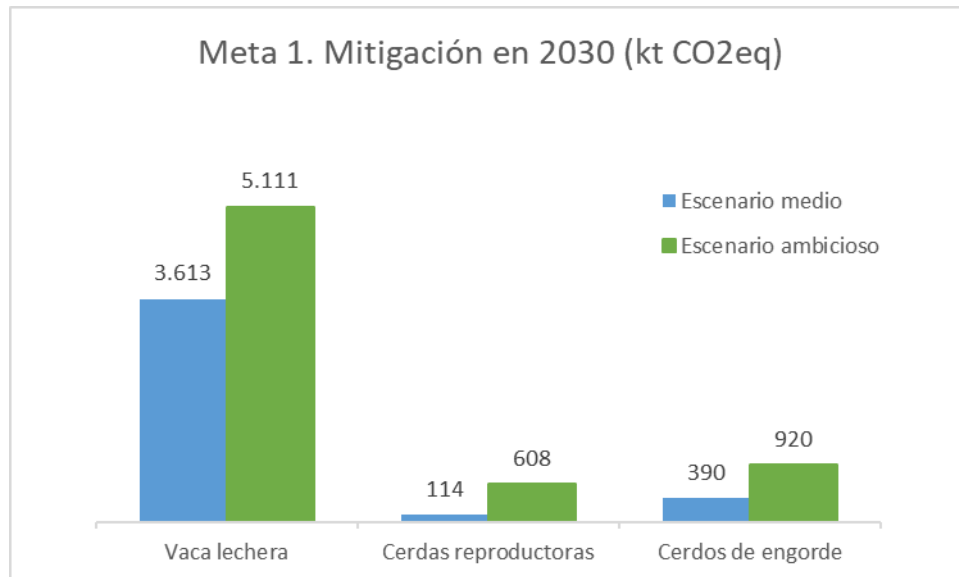
Figura 4. Mitigación de la Meta 1



Fuente: Elaboración propia a través de la herramienta de mitigación del sector agropecuario (Mayahuel)

Esta mitigación se distribuye entre las especies según se muestra en la Figura 5 donde puede apreciarse que la mayor mitigación se prospecta en las granjas de vacas lecheras.

Figura 5. Mitigación de la Meta 1 por tipo de animal



Fuente: Elaboración propia a través de la herramienta de mitigación del sector agropecuario (Mayahuel).

Adaptación

Un análisis de las acciones de adaptación consideradas dentro del compromiso de México, así como de las sinergias de esta meta con las mismas puede encontrarse más adelante en el apartado “Adaptación y sinergias adaptación-mitigación”.

Barreras, oportunidades y necesidades

La identificación de las barreras y el análisis de las oportunidades y necesidades asociadas se realizó a través de un proceso participativo y de socialización de resultados con los actores clave consistente en:

1. Elaboración de un manual sobre barreras, oportunidades y necesidades
2. Elaboración de formularios de captura de información
3. Realización de un taller explicativo y de trabajo con los actores clave para la recopilación de las barreras iniciales
4. Compilación, estudio y ampliación de las barreras iniciales, por parte del equipo consultor, incluyendo la identificación de oportunidades y necesidades
5. Presentación y socialización de resultados en un taller con los actores clave
6. Recepción de información adicional y comentarios por parte de los actores clave
7. Compilación final de las barreras, necesidades y oportunidades

El objetivo de este apartado es exponer las dificultades y retos a los que se enfrenta o enfrentará el implementador de la meta, no exclusivamente desde la perspectiva del cambio climático, sino también, en sus vertientes sociales, económicas, productivas y políticas.

Las barreras de carácter horizontal que

afectan a todas las metas se recogen en la siguiente **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.:**

Tabla 7. Barreras de carácter horizontal

N	Barrera	Tipo de barrera	Descripción de la barrera	Oportunidades	Necesidades identificadas
0.1	Falta de claridad en los objetivos de las metas	Marco institucional y regulatorio	Los objetivos de las metas no son claros y, cuando lo son, son poco concretos. Asimismo, no quedan claros los mecanismos que se plantean emplear para su implementación	Aumento del potencial de mitigación Cambio a sistemas de producción sustentables y climáticamente amigables	Necesidad del desarrollo institucional de objetivos cuantificables, claros y viables para las metas de mitigación de este sector
0.2	Efecto de las metas del sector en los bosques	Horizontal	Las acciones de mitigación del sector agropecuario tienen un impacto en las masas forestales y la frontera agrícola-forestal (cambios de uso del suelo) que no ha sido del todo estudiado ni sociabilizado con los actores clave del sector. Asimismo, la incorporación de estas prácticas y su rentabilidad pueden tener el efecto de disminuir las masas forestales.	Análisis holístico del problema que permita reforzar las sinergias y eliminar los efectos secundarios negativos de las metas.	Incluir a la CONAFOR en el grupo de trabajo del sector Agropecuario para poder marcar con precisión los beneficios o amenazas que estas acciones del sector agrícola plantean en el sector forestal. Identificar, a través del pensamiento sistémico cuáles son los beneficios, co-beneficios y consecuencias de estas medidas en sector agroforestal.
0.3	Presupuesto insuficiente	Financiero	Todas las metas adolecen de presupuestos insuficientes para su implementación.	Aplicación focalizada de las acciones de cada meta en los territorios identificados con mayor impacto.	Diagnostico ambiental para identificar las áreas de actuación prioritarias.
0.4	Falta de participación de los productores a los talleres	Sensibilización	Los productores o sus representantes no están siendo incluidos en los grupos de trabajo. Todas aquellas medidas que se quieran implementar en el campo deben ejecutarse por quien están allí y la manera más viable de conseguirlo es a través de las organizaciones que los agrupan y representan	Mayor involucramiento de la sociedad civil en el desarrollo de la medida y empoderamiento de los ejecutores finales de la meta.	Necesidad de involucrar a los productores y presentar medidas que no les supongan un mayor gasto o pérdidas de cualquier tipo.
0.5	Falta de coordinación/participación por parte de las instituciones	Marco institucional y regulatorio	El flujo de información y comunicación entre las instituciones a la hora de encarar el desarrollo de los estudios es deficiente, produciéndose demoras y falta de entrega de información lo que deriva en productos de menor calidad e inconsistencias entre los resultados.	Creación de un sistema nacional de inventario, proyecciones y medidas con claros roles y responsabilidades por parte de todos los involucrados que cuente con un sistema de monitoreo que permita identificar y reportar las fallas del sistema para poder ser corregidas.	Necesidad de acuerdos vinculantes entre las instituciones. Incrementar la concienciación de los actores clave, principalmente los altos cargos, de otras instituciones sobre la necesidad de su participación en los procesos y, por tanto, de la asignación de recursos a las mismas.

Tabla 8. Barreras para la Meta 1

N	Barrera	Tipo de barrera	Descripción de la barrera	Oportunidades	Necesidades identificadas
1.1	Falta de continuidad en las acciones	Marco institucional y regulatorio	La implementación de la meta va asociada a programas que tienen una temporalidad y no a políticas de largo plazo.	Inclusión de acciones orientadas a promover una producción más sostenible en las políticas públicas.	Desarrollar una estrategia marco que asegure la continuidad de la meta.
1.2	Falta de coordinación entre los implementadores	Marco institucional y regulatorio	Existe una institución responsable SAGARPA, pero múltiples implementadores de la medida (FIRCO, FND, FIRA) que no actúan de forma coordinada ni consistente.	Implementación más eficiente a través de la mejora en la coordinación interinstitucional entre los distintos implementadores.	Necesidad de establecer arreglos para la coordinación interinstitucional. Se plantea la posibilidad de una centralización de las acciones en un implementador.
1.3	Falta de presupuesto para los siguientes años	Financiera	No existe presupuesto para la instalación de nuevos biodigestores (como consecuencia de lo expresado en la barrera 1.1) Sin embargo, el aumento en el número de biodigestores se considera factible si existiera dicho presupuesto.	Mitigación de las emisiones de las granjas. Generación de electricidad.	Presupuesto para la instalación de biodigestores. Buscar financiación internacional para el proyecto.
1.4	Falta de financiamiento privado	Financiera	Los bancos dan los créditos a las prácticas tradicionales y consideran que este tipo de instalaciones supone una inversión de alto riesgo a la hora de dar créditos.	Mayor involucramiento del sector privado en la consecución de los objetivos. Mejoramiento del acceso al financiamiento privado para los productores. Permitiría abordar la barrera 1.3 y promover la apropiación de la medida por parte del sector privado.	Mecanismos para que la banca privada se interese en el financiamiento de este tipo de proyectos. Mejorar la comunicación (beneficios, rentabilidad y riesgos) y las capacidades de los bancos sobre los biodigestores.
1.5	Falta de revisión de los preproyectos por parte de algunos implementadores	Financiera	La falta de revisión de los proyectos por parte de algunos implementadores (barreras 1.6 y 1.11) ha dado lugar a que los instaladores puedan elevar los precios de los productos.	Motivar a los implementadores a llevar a cabo una mejor revisión de los proyectos, contribuyendo así a superar las barreras relacionadas (1.7 y 1.11) Reducción de los costes, lo que permitiría la promoción del sistema.	Necesidad de personal para la revisión de los proyectos. Un listado de proveedores acreditados. La homologación de los métodos de revisión de los proyectos.
1.6	Falta de experiencia en la revisión de proyectos por parte de los nuevos implementadores.	Capacidad	Los nuevos implementadores no tienen experiencia en la ejecución y revisión de este tipo de proyectos.	Generación de capacidades para una mejor implementación de los proyectos.	Capacitación al personal técnico para la revisión de los proyectos.
1.7	Gestión no adecuada del biodigestor	Capacidad	Se aprecia una gestión no eficiente del biodigestor, ligada a una falta de contratación del personal preparado para la gestión del sistema. El personal encargado carece de las cualificaciones necesarias. El uso adecuado requiere capacitación y desarrollo de estándares de competencia para estos técnicos.	Creación de puestos de trabajo especializados. Aumento de la producción energética. Reducción de los costes para los complejos ganaderos.	Capacitación y desarrollo de estándares para el uso de biodigestores.

N	Barrera	Tipo de barrera	Descripción de la barrera	Oportunidades	Necesidades identificadas
1.8	Información parcial de las estadísticas históricas sobre biodigestores	Capacidad	Para el periodo histórico sólo se dispone de información de uno de los implementadores de la medida (FIRCO), por lo que se desconoce el alcance total del proyecto (ligado a la barrera 1.2).	Diseño de un formulario de recogida de información completo y común para todos los implementadores que permita valorar su eficacia.	Obtención de la información histórica sobre biodigestores. Creación de un marco de operación común entre los implementadores, lo que además contribuiría a abordar la barrera 1.2.
1.9	Falta de información sobre los beneficios del uso de biodigestores	Sensibilización	Para alcanzar la meta, se necesita hacer ver a los productores cuáles son los beneficios ligados al uso de biodigestores.	Cambio a métodos de producción más sostenibles.	Necesidad de generar conciencia sobre los distintos beneficios ligados a esta práctica.
1.10	Falta de monitoreo de la gestión de los biodigestores instalados	MRV	No hay estrategias de seguimiento de la gestión de los biodigestores instalados por lo que se desconoce su manejo actual. En el anterior proyecto no se consideraba ningún tipo de monitoreo ex-post del biodigestor. Asimismo, se sabe que una parte importante de los biodigestores no está operativa. Esta falta de monitoreo ha supuesto un mal uso muy extendido de las instalaciones (barrera 1.7).	Generación de lecciones aprendidas sobre el manejo. Mejor uso de los recursos. Promoción del sistema al mejorar su eficiencia. Mejorar el MRV permitiría la acreditación de la reducción de emisiones de cara a una posible comercialización en un mercado de emisiones.	Necesidad de un sistema de MRV en los biodigestores instalados. Se propone el desarrollo de un plan de monitoreo de las instalaciones, posiblemente incluyendo la instalación de un sistema de telemetría para la medición en cada nuevo biodigestor (contribución a superar barrera 1.2).
1.11	Falta de personal en campo para la revisión de los proyectos	MRV	FIRCO tiene personal en cada estado dedicado a la revisión de los proyectos. Sin embargo, los otros implementadores carecen de personal en los estados, lo que implica una menor/nula revisión de los proyectos de biodigestores.	Mejora de la adecuación de los proyectos a la instalación. Control de los sobrecostos de los instaladores. Promoción del empleo en esta área.	Necesidad de personal para la revisión de los proyectos.
1.12	Dificultades metodológicas para medir las emisiones del sector agropecuario	MRV	La estimación de las emisiones que se realiza en el INEGyCEI no es lo suficientemente detallada como para poder identificar las posibles mejoras en las emisiones debidas a la instalación de los biodigestores. Por tanto, el efecto de esta medida no se apreciará adecuadamente en las estimaciones del INEGyCEI.	Mejorar la medición de las emisiones generadas por los estiércoles, mejorando así la medición para el sector.	A mediano plazo, se identificó la necesidad de estimar las emisiones debidas al manejo del estiércol utilizando una metodología Tier 2 para todos los tipos de manejo. Actualizar el Modelo de Línea Base para que recoja esta mejora metodológica. Incluir, en el INEGyCEI, las emisiones de estiércoles que se entieren se viertan a las aguas o se apliquen al campo.

N	Barrera	Tipo de barrera	Descripción de la barrera	Oportunidades	Necesidades identificadas
1.13	Falta de adecuación del proyecto a la granja	Técnica	En muchos casos, no se ha dimensionado el biodigestor a la capacidad total de la granja. Se considera que debería ser un requisito necesario la instalación de un biodigestor con capacidad suficiente como para tratar los estiércoles de todas las cabezas de ganado presentes en el complejo ganadero.	Oportunidad de aumentar la reducción de emisiones, expandiendo la capacidad de los biodigestores. Aumento de la producción eléctrica.	Reevaluar la capacidad de los biodigestores instalados, y readecuarla al tamaño de la granja. Asegurar la adecuación a la granja de los nuevos biodigestores.
1.14	Falta de implantación de los motogeneradores	Técnica	No todos los proyectos de biodigestores llevan asociado un motogenerador. Por tanto, el gas no puede ser aprovechado para la generación de energía eléctrica.	Oportunidad de aumentar el impacto de la medida, mediante la generación de energía eléctrica con fuentes renovables.	Necesidad de mecanismos para promover la instalación de motogeneradores en los proyectos.
1.15	Disminución de la producción lechera	Estructura del mercado	Se proyecta que la producción de leche disminuya, lo que podría dificultar el aumento en el número de biodigestores instalados y en operación. Sin embargo, en las narrativas se considera un crecimiento del hato ganadero para leche. Es importante identificar cuál de las dos opciones se considera más adecuada con la información actualmente disponible.	Aumento del potencial de mitigación de la medida por la incorporación de otros complejos ganaderos.	La disminución en la producción de leche en parte vuelve obsoleta la medida. Por tanto, se requiere una ampliación del ámbito de la medida a otras especies animales.

Nota: Las barreras, necesidades y oportunidades aquí incluidas recogen las opiniones de los actores clave y expertos del sector validadas a través de 2 talleres de sociabilización y normalizadas por el equipo consultor.

Costos, costo-beneficio y financiación

De las 3 entidades implementadoras del proyecto, FIRCO aportó información sobre la línea base de los 360 biodigestores que apoyó¹⁰. Esta información se recoge en el fichero Excel de la línea base FIRCO-Banco Mundial (FIRCO-Banco Mundial, 2015). Esta información, permitió calcular el costo de ejecución de la meta.

Durante el proyecto, FIRCO implementó 313 millones de MXN (en su momento, aproximadamente 25 millones de USD) para la instalación de biodigestores. Sin embargo, no todos los biodigestores corresponden a las granjas objetivo de la meta (vacas lecheras y porcino). Se instalaron 4 biodigestores en agroindustrias (fábricas producción de queso, galletina, harina animal y tequila), un biodigestor en una granja avícola, cuatro en corrales de engorde y ocho establecimientos Tipo Inspección Federal (TIF)¹¹.

En este estudio para la estimación del costo se utilizó la información de aquellas unidades productoras de leche (vacas lecheras) y las unidades productoras de porcinos, incluyendo unidades del tipo ciclo completo, cría, engorde y cría; y engorda. En la Tabla 9, se muestra la distribución de los biodigestores considerados.

Tabla 9. Biodigestores de vacas lecheras y porcino instalados por FIRCO

Número de casos por tipo de Unidad Productora	
Bovino-Leche	107
Porcino Total	235
Cría	7
Cría y engorda (Porcino)	55
Ciclo completo (Porcino)	129
Engorda (Porcino)	28
ND (Porcino)	16

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la línea base de FIRCO (FIRCO-Banco Mundial, 2015).

Por tanto, se dispone de información de 342 biodigestores en granjas de vacas lecheras y porcino apoyadas por FIRCO. El monto del apoyo a la instalación de estos biodigestores por parte de FIRCO es de 296 millones de MXN. Adicionalmente, los productores aportaron 403 millones de MXN para su instalación, siendo el monto total de su instalación de 700 millones de MXN. La financiación de FIRCO para la instalación proviene de varios programas:

- Proyecto de Bioeconomía 2010

¹⁰ Durante este estudio no se logró recabar información detallada de costos de los demás implementadores.

¹¹ Un Establecimiento Tipo Inspección Federal (TIF) es una instalación de sacrificio de animales de abasto, frigoríficos e industrializadores de productos y subproductos cárnicos, que es objeto de una inspección sanitaria permanente, en la que se verifica que las instalaciones y los procesos cumplan con las regulaciones que señala la SAGARPA para que los alimentos sean inocuos.

- Componente de Bioenergía y Fuentes Alternativas del Programa de Sustentabilidad de los Recursos Naturales 2013
- Programa de Energía Renovable para la Agricultura (PERA)
- Proyecto de Apoyo al Valor Agregado de Agronegocios con esquemas de Riesgo Compartido (PROVAR)

La línea base de FIRCO proporciona información sobre costos relativa a:

- la inversión realizada por FIRCO
- la inversión realizada por el productor
- la inversión total ligada a la instalación del biodigestor (que es la suma de la inversión de FIRCO y la del productor)

La contribución de cada programa por tipo de financiamiento se detalla en la Tabla 10 siguiente:

Tabla 10. Fuentes de financiación de FIRCO

Programa	Número biodigestores	Población Animal (Cabezas)	Inversión Total (MXN)	Inversión FIRCO (MXN)	Inversión Productor (MXN)
Bioeconomía	48	262,447	82,714,063	39,517,169	43,196,894
Bioenergía	97	455,780	193,460,422	85,560,720	107,899,702
Energía	7	52,956	12,186,483	5,883,262	6,303,221
Provar	190	903,946	411,148,517	165,464,412	245,684,105
Total	342	1,675,129	699,509,485	296,425,564	403,083,921

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la Línea base FIRCO-Banco Mundial (FIRCO-Banco Mundial, 2015)

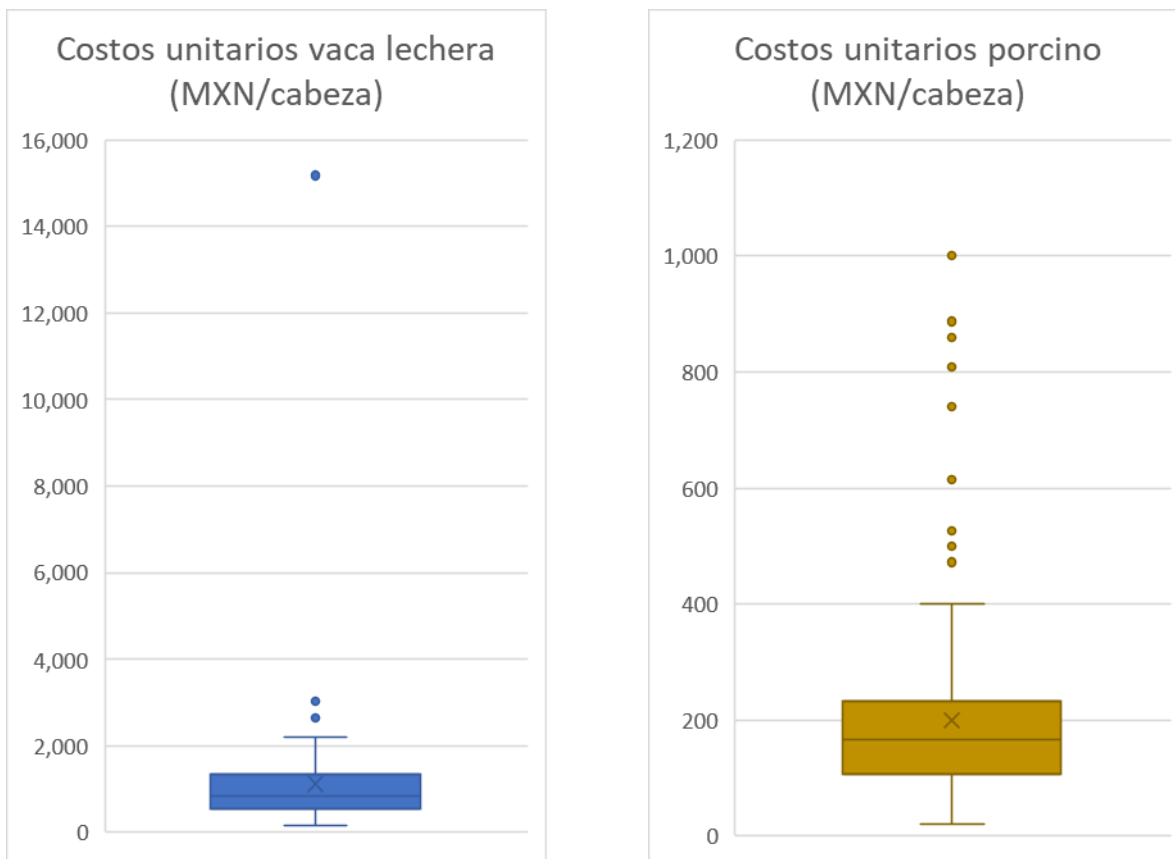
Para la estimación de los costos se asumió que la financiación es compartida entre la institución y el productor con el mismo ratio que en la serie histórica. En este apartado se comentarán los resultados de costo de la institución que son los usados para la estimación del costo-beneficio y curva de abatimiento de la meta. Sin embargo, se han estimado los costos desagregados de la institución, el productor y el total que se presentarán en tablas al final de este apartado.

El costo unitario (costo por cabeza) se estima usando la información del número de cabezas para cada unidad productora, también disponible en la línea base. Se ha dividido el costo total entre el número de cabezas para cada unidad productora, obteniéndose el costo por cabeza para cada unidad.

Al realizar el cálculo unitario para las distintas unidades productoras (MXN/cabeza), tanto de producción de leche como de productos de origen porcino, se observa una importante variabilidad en los costos unitarios entre los distintos biodigestores, como se puede ver en la Figura 6. En el caso de la producción porcina, los costos van desde 19.8 MXN/cabeza hasta 1,000.00 MXN/cabeza, mientras que para la producción de leche

van de 152.5 MXN/cabeza hasta 15,178.6 MXN/cabeza, aunque esta última cifra es claramente un outlier y, en general, los costos más elevados están en torno a los 2,000.0 MXN/cabeza.

Figura 6. Distribución de los costos unitarios (MXN/cabeza)



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la Línea base FIRCO-Banco Mundial (FIRCO-Banco Mundial, 2015)

No se cuenta con una explicación clara para estas diferencias en los costos unitarios para las distintas unidades productoras. Sin embargo, es posible que esto esté ligado a un conjunto de causas entre las que destaca el tamaño de la explotación y la falta de adecuación de los proyectos a la granja, situación que fue identificada entre las barreras a la implementación de esta medida (véase apartado “Barreras, oportunidades y necesidades”). Como se explica en la tabla de barreras, en muchos casos no se ha dimensionado el biodigestor a la capacidad total de la granja, por lo que es posible que el biodigestor instalado en algunos casos tenga una capacidad mucho mayor a la necesaria, resultando en costos por cabeza bastante elevados. Mientras que, en otros casos, el biodigestor instalado podría tener una capacidad mucho menor a la necesaria, lo que resultaría en costos por cabeza más bajos.

En este caso, se optó por calcular el promedio de costos (incluyendo los outliers¹²) por separado para las unidades productoras de leche y para las de porcino. Se obtiene que, en promedio, el costo por cabeza de la medida (cabezas cuyas excretas son gestionadas a través de biodigestores) corresponde a 1,116.6 MXN para las vacas lecheras y 199.3 MXN para los porcinos.

Estos valores son los costos medios por cabeza de instalar biodigestores en las intervenciones de FIRCO entre 2008 y 2014. Para estimar el costo total de implementar la medida se debe multiplicar el costo unitario obtenido por el número de cabezas previstas en la meta.

Se espera que entre 2015 y 2030, el número de vacas lecheras cuyas excretas son gestionadas a través de biodigestores aumente desde 1,078,100 a 1,400,000 de cabezas, lo que significa un aumento de 321,900 cabezas. En cuanto al número de porcinos cuyas excretas son gestionadas a través de biodigestores, se espera un aumento desde 1,507,763 a 3,000,000 de cabezas en el mismo período, lo cual representaría un aumento de 1,492,237 cabezas.

La meta también propone mejorar la eficiencia en la gestión de los biodigestores, lo cual seguramente representará un costo adicional ligado a la mejora de aspectos como las capacidades de gestión de las unidades productoras. Sin embargo, muy posiblemente también represente un ahorro, si se logra que la instalación de los biodigestores se realice de una forma más acorde a la capacidad total de la granja, y otros ahorros relacionados con el funcionamiento y mantenimiento de los biodigestores. En todo caso, no se dispone de información sobre costos de gestión de los biodigestores, ni mucho menos de estimaciones de los recursos necesarios para mejorar la eficiencia en su gestión, por lo que estos costos no se incluyen en este análisis.

El costo total de implementación de la Meta 1 se calcula multiplicando el número de animales adicionales cuyas excretas se gestionan mediante biodigestores, entre 2015 y 2030, multiplicado por el costo por cabeza de instalar nuevos biodigestores. El costo total es de 1,510,316,214 MXN, mientras que la parte de costo para la institución es de 656,847,738 MXN. El detalle de los resultados de costos para la institución, el productor y el total se muestra en la Tabla 11, a continuación:

¹² No se considera en la meta una mejora de la adecuación de los proyectos a los establecimientos ganaderos. Por tanto, se considera que el valor histórico es el más adecuado. Sin embargo, se podría plantear un esfuerzo adicional en lograr un diseño acorde a las necesidades que, posiblemente, redujera el costo unitario de instalación de un biodigestor.

Tabla 11. Costo total de la implementación de la Meta 1 (2015-2030)

Variable	Unidad	Costo Total	Costo Institución	Costo Productor
Costo promedio por cabeza (vacas lecheras)	MXN/cab	2,609	1,117	1,492
Número de vacas con excretas gestionadas mediante biodigestores (2015-2030)	Número de animales	321,900	321,900	321,900
Costo total de instalar nuevos biodigestores para gestión de excretas de vacas lecheras (Costo promedio x Número de vacas lecheras)	MXN	839,799,976	359,448,057	480,351,919
Costo promedio por cabeza (porcinos)	MXN/cab	449	199	250
Número de porcinos con excretas gestionadas mediante biodigestores (2015-2030)	Número de animales	1,492,237	1,492,237	1,492,237
Costo total de instalar nuevos biodigestores para gestión de excretas de porcinos (Costo promedio x Número de porcinos)	MXN	670,516,238	297,399,681	373,116,557
Costo Total de la medida (Costo total para vacas lecheras + Costo total para porcinos)	MXN	1,510,316,214	656,847,738	853,468,476

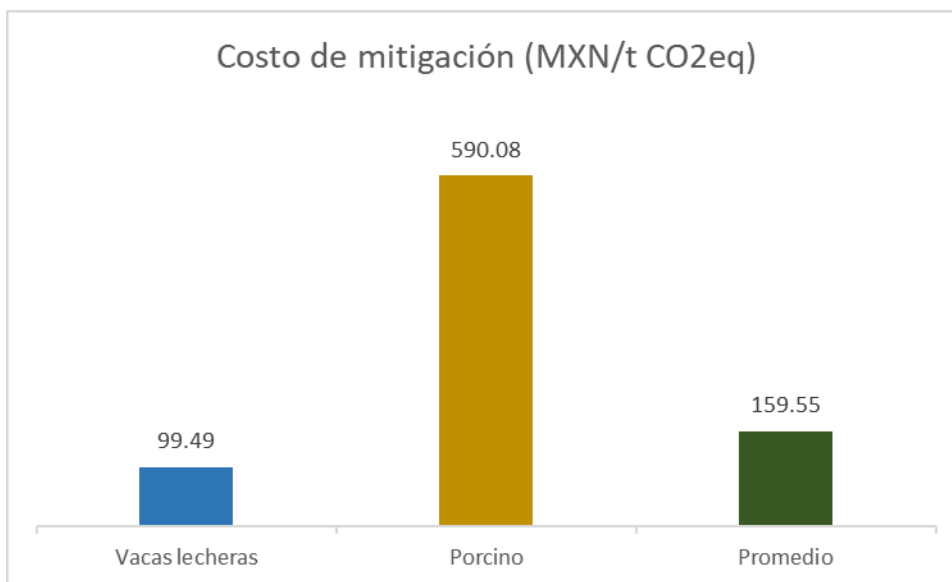
Fuente: Elaboración propia

Una vez estimado el costo total de implementar la meta para el período 2015-2030, es posible, en base a la estimación de la mitigación ligada a la meta en el periodo 2015-2030 (4,116 kt CO₂eq en 2030, de los cuales 3,613 kt CO₂eq corresponden a vacas lecheras, y 504 kt CO₂eq corresponden a porcinos) calcular el costo de la reducción de una tonelada de CO₂eq para cada categoría de animal. Para esto, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Costo por } t \text{ CO}_2\text{eq} = \text{Costo Total} \div \text{Mitigación}$$

De esta forma, obtenemos que el costo de reducir en una tonelada de CO₂eq las emisiones ligadas a las vacas lecheras mediante la implementación de las acciones contempladas en la Meta 1 es de 99.49 MXN por tonelada de CO₂ equivalente, mientras que para los porcinos es de 590.08 MXN por tonelada de CO₂ equivalente, con un valor medio de 159.55 MXN por tonelada de CO₂ equivalente.

Figura 7. Costo de mitigación de la Meta 1 por tipo de animal



Fuente: Elaboración propia.

Normativa y legislación asociada

Dentro de este apartado, se incluye en primer lugar un análisis sobre la normativa general que afecta de manera horizontal a todas las metas contenidas en este estudio. Posteriormente, se incluyen las particularidades de esta meta.

Normativa general

La Ley General de Cambio Climático (DOF, 2012), LGCC, reformada en julio de 2018, incluye en su artículo 2 sus objetivos:

I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;

II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;

III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;

IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;

V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático;

VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad;

VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable, de bajas emisiones de carbono y resiliente a los fenómenos hidrometeorológicos extremos asociados al cambio climático, y

VIII. Establecer las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París, que tiene entre sus objetivos mantener el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C, con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir con los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5 °C, con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático.

En su artículo 30, se recogen las acciones de adaptación que deberán implementar las instituciones, entre ellas se encuentran:

XII. Fomentar la recarga de acuíferos, la tecnificación de la superficie de riego en el país, la producción bajo condiciones de prácticas de agricultura sustentable y prácticas sustentables de ganadería, silvicultura, pesca y acuicultura; el desarrollo de variedades resistentes, cultivos de reemplazo de ciclo corto y los sistemas de alerta temprana sobre pronósticos de temporadas con precipitaciones o temperaturas anormales;

XIX. Impulsar la adopción de prácticas sustentables de manejo agropecuario, forestal, silvícola, de recursos pesqueros y acuícolas;

En su Artículo 34, bajo el epígrafe III, se recogen los objetivos de las políticas de mitigación relativas al sector agrícola y de usos del suelo y cambios de usos del suelo, entre los que se encuentran:

c) Reconvertir las tierras agropecuarias degradadas a productivas mediante prácticas de agricultura sustentable o bien, destinarlas para zonas de conservación ecológica y recarga de acuíferos.

f) Fortalecer el combate de incendios forestales y promover e incentivar la reducción gradual de la quema de caña de azúcar y de prácticas de roza, tumba y quema.

g) Fomentar sinergias entre programas y subsidios para actividades ambientales y agropecuarias, que contribuyan a fortalecer el combate a incendios forestales.

A raíz de la LGCC se publicó la Estrategia Nacional de Cambio Climático; Visión 10-20-40 (SEMARNAT, 2013), ENCC 2013, desarrollada por la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) en 2013 y que es la heredera del Programa Especial contra el Cambio Climático (Gobierno de México, 2009), PECC 2009, y la Estrategia Nacional de Cambio Climático de 2007 (CICC, 2007), ENCC 2007.

La ENCC 2013 tiene como objetivo:

La Estrategia Nacional de Cambio Climático es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono¹². Al ser el instrumento rector, éste describe los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir con base en la información disponible del entorno presente y futuro, para así orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al mismo tiempo que fomentar la corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad. Esto con el objetivo de atender las prioridades nacionales y alcanzar el horizonte deseable para el país en el largo plazo

En el PECC 2009 ya se incluían objetivos de reducción de emisiones a medio y largo plazo, asimismo se hacía referencia a llevar a cabo mejoras en las actividades pecuarias con el objetivo de reducir las emisiones de GEI y, en particular, de metano a través de la digestión anaeróbica. Sin embargo, no se aportaban ni objetivos específicos, ni plazos para su consecución. En general, los objetivos del programa se enfocaban en recibir asistencia financiera y tecnológica de los países Anexo I.

En línea con el PECC 2009, la ENCC 2013 se construye en torno a varios ejes estratégicos y pilares de políticas entre los que, por su importancia para este estudio se destacan:

M4 Impulsar mejores prácticas agropecuarias y forestales para incrementar y preservar los sumideros naturales de carbono

P1 Contar con políticas y acciones climáticas transversales, articuladas, coordinadas e incluyentes

P2 Desarrollar políticas fiscales e instrumentos económicos y financieros con enfoque climático

P3 Implementar una plataforma de investigación, innovación, desarrollo y adecuación de tecnologías climáticas y fortalecimiento de capacidades institucionales

P5 Instrumentar mecanismos de Medición, Reporte, Verificación y Monitoreo y Evaluación

El compromiso del actual gobierno en materia de cambio climático incluye el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (Gobierno de México, 2014), PECC 2014. El objetivo de este programa es el fortalecimiento de la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia

una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono. El PECC propone líneas de acción en concordancia con la ENCC.

El PECC 2014 incluye su Objetivo 2 de “Conservar, restaurar y manejar sustentablemente los ecosistemas garantizando sus servicios ambientales para la mitigación y adaptación al cambio climático”. Este objetivo se articula con la meta del PND “México Próspero” y, en particular, con su Objetivo 4.4 “Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo”.

Por su importancia en este sector cabe destacar la Estrategia 2.3. “Implementar prácticas agropecuarias, forestales y pesqueras sustentables que reduzcan emisiones y disminuyan la vulnerabilidad de ecosistemas” y en particular sus siguientes líneas de acción:

- Línea de acción 2.3.2: Tecnificar superficie agrícola mediante riego y agricultura protegida para reducir vulnerabilidad climática.
- Línea de acción 2.3.3: Promover una producción pecuaria con prácticas y obras de manejo sustentable de tierras y ganado.
- Línea de acción 2.3.5: Impulsar prácticas sustentables para mantener servicios ambientales e incrementar y preservar los sumideros naturales de Carbono.

Asimismo, es también relevante la Estrategia 2.4 “Desarrollar instrumentos que promuevan sustentabilidad y reducción de emisiones de actividades agropecuarias, forestales y pesqueras y disminuyan la vulnerabilidad ecosistémica” y, en particular, sus líneas de acción:

- Línea de acción 2.4.2: Elaborar estudios y constancias de coeficientes de agostadero y clase de tierras en predios agropecuarios para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
- Línea de acción 2.4.5: Fomentar la gestión territorial integral que incorpore el fortalecimiento de la colaboración intergubernamental para favorecer la adaptación y mitigación.
- Línea de acción 2.4.6: Diseñar un instrumento de fomento para incrementar los reservorios de Carbono en suelos.
- Línea de acción 2.4.7: Integrar a la cadena productiva elementos de desarrollo, adaptación y soluciones sustentables en la producción de maíz y trigo.
- Línea de acción 2.4.8: Otorgar garantías líquidas para incentivar proyectos con beneficios al medio ambiente y mitigación del cambio climático.

También es relevante la Estrategia 2.5 “Reducir las amenazas ambientales exacerbadas por el cambio climático” y, en particular, su línea de acción:

- Línea de acción 2.5.1: Establecer acuerdos con productores y sociedad civil organizada para la erradicación del fuego agropecuario en territorios prioritarios del CBMM.

Finalmente, dentro del Objetivo 4 “Reducir las emisiones de contaminantes climáticos de vida corta, propiciando co-beneficios de salud y bienestar”, basado en meta nacional del PND México Próspero, particularmente con el Objetivo 4.4 y su Estrategia 4.4.3, se desarrolla la Estrategia 4.2 “Reducir emisiones de metano en plantas de tratamiento de agua residual, rellenos sanitarios y en los sectores petrolero y agropecuario” y, en particular, su línea de acción:

- Línea de acción 4.2.2: Promover manejo apropiado de residuos sólidos mediante clausura de tiraderos, apoyos a construcción de rellenos sanitarios, biodigestores y organismos operadores

Normativa específica

En relación con esta meta, la ENCC 2013 incluye varias líneas de acción relacionadas:

- Línea de acción M4.12: Implementar esquemas de aprovechamiento relacionados con el manejo de residuos derivados de las actividades pecuarias.
- Línea de acción M4.13: Instrumentar acciones de eficiencia energética y utilización de energía renovable en proyectos del sector agrícola, pecuario y pesquero, como el impulso a los biodigestores.

Asimismo, de una manera más general, los objetivos de esta meta también apoyan:

- Línea de acción P2.14: Garantizar la incorporación de criterios de cambio climático en los lineamientos de la banca de desarrollo para favorecer proyectos que involucren energías renovables y limpias y promuevan la transición a tecnologías menos intensivas en carbono.
- Línea de acción P2.18: Consolidar la participación de los sectores social y privado en mecanismos financieros y de mercado que promuevan la adaptación y mitigación al cambio climático.
- Línea de acción P3.8: Impulsar la investigación, el desarrollo y la adecuación para México de tecnologías avanzadas de generación de energía renovable y limpia como: oceánica, termosolar, hidrógeno, bioenergéticos, entre otras.

Como se comentó anteriormente, actualmente no existe una normativa o programa que apoye de manera específica y con presupuesto la instalación y/o la mejora de la eficiencia de los biodigestores. Asimismo, históricamente, esta meta ha sido desarrollada a través de diversos programas y fuentes de financiación. En particular, FIRCO financió las instalaciones de biodigestores a través de los siguientes programas:

- Proyecto de Bioeconomía 2010: Contribuir a la conservación, uso y manejo sustentable de los recursos naturales utilizados en la producción primaria, mediante apoyos que induzcan una nueva estructura productiva en la producción de biocombustibles, el aprovechamiento sustentable de la

energía y el uso de energías renovables. Dentro del programa se recoge una línea de acción para el uso de energías renovables in el sector productivo agrícola que aporta financiamiento para la instalación de biodigestores.

- Componente de Bioenergía y Fuentes Alternativas del Programa de Sustentabilidad de los Recursos Naturales 2013: Tiene como objetivo contribuir a la producción de biocombustibles, biofertilizantes, abonos orgánicos y al uso eficiente y sustentable de la energía en los procesos productivos, y el uso de energías renovables. Esta financiación se engloba dentro del concepto 2 “Energías renovables” en el apartado d) “Sistemas de Biodigestión (biogás)”.
- Programa de Energía Renovable para la Agricultura (PERA): Promoción del uso de la energía alternativa en las actividades productivas del sector agropecuario. Entre sus objetivos se encontraba eliminar las barreras que han impedido el uso generalizado de estas tecnologías y reducir los costos de implementación de la energía renovable para impulsar su desarrollo en el sector agropecuario.
- Proyecto de Apoyo al Valor Agregado de Agronegocios con esquemas de Riesgo Compartido (PROVAR): Su objetivo es elevar la eficiencia de la cadena de suministros de los productos agrícolas, pecuarios y pesqueros, mediante la modernización e incremento de la capacidad postproducción, disminuyendo las mermas y proporcionando valor agregado a los productos frescos, en el mercado nacional e internacional. Busca atender esquemas de riesgo compartido para la instrumentación de agronegocios con una visión empresarial y de mercado que incorporen valor agregado a la producción primaria. El proyecto busca articular los proyectos estratégicos a través de acciones y tecnologías de conservación del medio ambiente, mediante la prestación de servicios financieros complementarios, propiciando el uso de energías renovables y, en particular, biodigestores.

Finalmente, hay que destacar que los actores clave consideran que el Proyecto de Agro-Energía para la Sostenibilidad (SENER, 2017), aún no aprobado, podría ser un marco adecuado para el desarrollo de la meta. En las propuestas de este proyecto se incluye un componente 1 “Inversiones en tecnologías ambientalmente racionales” que pretende proveer a los agronegocios de un apoyo para energías renovables y tecnologías de eficiencia energética, incluyendo los biodigestores.

Ruta de cumplimiento

Actores responsables y arreglos institucionales

En el informe “Building from Lessons Learned to Promote Anaerobic Digestion Technology for Manure Management in Mexico” (IRRI, 2013) se incluye un análisis de los principales actores clave y para este proyecto se asume que los actores clave anteriormente identificados deberían ser también parte de una futura implementación del proyecto.

Los actores clave en México pueden caracterizarse en 3 grandes grupos: i) sector público; ii) sector privado; y iii) ONG y otras instituciones. Al diseñar una nueva propuesta de ruta de implementación es importante

entender los intereses y actividad de cada uno de ellos en el sector para lograr un diseño más eficiente y socialmente responsable.

i. Sector público

- CFE (Comisión Federal de Electricidad)
- CICC (Comisión Intersecretarial de Cambio Climático)
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura)
- FIRCO (Fideicomiso de Riesgo Compartido)
- FND (Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero)
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria)
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación)
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales)

ii. Sector privado

Existen múltiples actores clave dentro del sector privado con un interés, creciente, en el mercado de la captura de metano en México. Entre ellos cabe destacar:

- Productores (propietarios de los establecimientos ganaderos)
- Fabricantes de equipos y distribuidores
- Instaladores y operadores de los biodigestores

Para estos últimos, FIRCO dispone de un amplio registro de instaladores y operadores de biodigestores acreditados.

iii. ONG y otras instituciones

- Instituto de Energías Renovables (UNAM)
- Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (UNAM)
- Grupo de Investigación Agrónica (ITESM)
- Grupo de Sustentabilidad de recursos naturales y energía (CINVESTAV)
- Red Mexicana de Bioenergía
- Red de Biodigestores Para Latino América y el Caribe (Red BioLAC)
- Instituto Internacional de Recursos Renovables A.C. (IRRI)
- Coordinadora Nacional de Las Fundaciones Produce (COFUPRO)

- Confederación de Porcicultores Mexicanos, A.C. (PORCIMEX)
- Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. (IMCO)

Cronograma de implementación

Como se ha explicado con anterioridad, las partidas presupuestarias para esta meta no se han renovado, por lo que no se espera que se realicen nuevas instalaciones de biodigestores o mejoras en su eficiencia en los próximos años. Por tanto, mientras no se disponga de un plan de implementación no puede diseñarse un cronograma de implementación para esta meta.

Propuesta de mecanismo MRV para el seguimiento de la meta

En este apartado se incluye una propuesta de mecanismo de MRV para el seguimiento de los objetivos de la meta. Esta propuesta tiene como objetivo disponer que permitan minimizar el costo de su actualización, constituyendo un sistema de MRV de fácil gestión que permite identificar el estado de desarrollo de los objetivos específicos de la meta.

La Meta 1 se desarrolla a través de dos acciones:

- Mejora de la eficiencia en el uso de los biodigestores
- Aumento del número de cabezas animales cuyas excretas se tratan en biodigestores

Por tanto, se propone monitorear el desarrollo de los cambios de la eficiencia y número de animales que sus excretas son manejadas en biodigestores, diferenciando entre las tres clases animales incluidas en la meta: vacas lecheras, porcino de engorde y cerdas reproductoras. Se sugieren los siguientes indicadores que se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Indicadores de MRV para la Meta 1 “Instalación y operación de biodigestores”

Acción	Descriptor	Indicador MRV
Aumento del número de vacas lecheras cuyas excretas son gestionadas por biodigestores	Número de cabezas con biodigestor	Estadísticas sobre el número de cabezas con biodigestor
Mejora en la eficiencia del manejo de los biodigestores de vacas lecheras	Porcentaje de biodigestores con un uso eficiente	Estudio periódico/estadística sobre la eficiencia media de los biodigestores
Aumento del número de porcino de engorde cuyas excretas son gestionadas por biodigestores	Número de cabezas con biodigestor	Estadísticas sobre el número de cabezas con biodigestor
Mejora en la eficiencia del manejo de los biodigestores de porcinos	Porcentaje de biodigestores con un uso eficiente	Estudio periódico/estadística sobre la eficiencia media de los biodigestores
Aumento del número de cerdas reproductoras cuyas excretas son gestionadas por biodigestores	Número de cabezas con biodigestor	Estadísticas sobre el número de cabezas con biodigestor
Mejora en la eficiencia del manejo de los biodigestores de cerdas reproductoras	Porcentaje de biodigestores con un uso eficiente	Estudio periódico/estadística sobre la eficiencia media de los biodigestores

Co-beneficios

Si bien la misión principal de las medidas de mitigación es la reducción o limitación de las emisiones de GEI, no deben olvidarse otros beneficios asociados a la implementación de estas medidas. Estos beneficios asociados son usualmente conocidos como “co-beneficios” o “beneficios colaterales” de la medida.

Los co-beneficios representan un elemento importante en la selección de las medidas de mitigación a desarrollar. No debe olvidarse que la lucha contra el cambio climático está englobada dentro del desarrollo sostenible, por tanto, es fundamental intentar aprovechar al máximo los co-beneficios existentes para el país.

Entre los co-beneficios existentes destacan los siguientes:

- Beneficios colaterales para la salud
- Aumento de la seguridad energética
- Incremento del empleo rural
- Aumento de la producción agrícola y reducción de la presión en los ecosistemas naturales
- Mejora de la base tecnológica
- Fortalecimiento de las instituciones y la capacidad humana
- Mejora de la economía

La identificación de los co-beneficios de esta meta se llevó a cabo a través de un sistema mixto: i) socialización con los actores clave para la recogida de sus ideas y ii) la identificación directa por el equipo de consultores de co-beneficios asociados.

La Tabla 13 por su parte recoge los co-beneficios relacionados con la Meta 1, destacando los beneficios derivados de la producción de energía eléctrica y el uso del digestato como fertilizante y enmienda de los suelos. Una buena referencia para un mayor detalle en los posibles co-beneficios de los biodigestores puede encontrarse en el informe (USDA, 2014).

Tabla 13. Co-beneficios específicos de la Meta 1

ID	Co-beneficio	Descripción	Tipo	Valor
1.1	Generación de energía eléctrica renovable	Los biodigestores dotados de un motogenerador son capaces de generar energía eléctrica, por lo que se dispone de otra fuente de generación eléctrica renovable y no dependiente de importaciones del exterior.	Seguridad energética	+3
1.2	Venta de electricidad	La venta de la electricidad generada a la red eléctrica nacional constituye una fuente adicional de ingresos al productor pecuario.	Económico	+3
1.3	Producción de un fertilizante de calidad y reducción del consumo de fertilizantes sintéticos	Los sistemas de biodigestores, bien gestionados, pueden producir un fertilizante orgánico de alta calidad y concentrado que puede ser aplicado a los cultivos, reduciendo la dependencia de los fertilizantes sintéticos. Asimismo, su venta puede proporcionar otro ingreso al productor.	Seguridad alimentaria	+2
1.4	Mejora de los suelos degradados	El digestato tiene una composición con propiedades beneficiosas para los suelos, aportando nutrientes en una forma que es más consistente y fácil de absorber que los estiércoles animales. Así pues, no sólo debe valorarse su eficacia como fertilizante sino también como enmienda al suelo.	Ecosistemas	+2
1.5	Reducción de olores	La gestión adecuada de los biodigestores reduce en gran medida la generación de olores, lo cual es de especial importancia en los complejos situados cerca de asentamientos.	Social	+2
1.6	Nuevos puestos de trabajo especializados	La adecuada gestión de los biodigestores requiere personal cualificado. Por tanto, su instalación generará puestos de trabajo especializados en el entorno rural.	Incremento del empleo rural	+1
1.7	Venta de créditos por generación de energía renovable	En el caso de la implantación de un mercado de carbono, la reducción de emisiones de metano podría fácilmente venderse como créditos.	Económico	+1
1.8	Reducción de la contaminación de las aguas	La gestión adecuada de los biodigestores reduce los riesgos de contaminación de las aguas, ya que los lodos presentan una reducción en los patógenos con respecto a los estiércoles animales.	Salud	+1
1.9	Recuperación y reciclado de nutrientes	Los lodos son una forma eficiente de dar una segunda valorización a los nutrientes contenidos en el estiércol.	Ecosistemas	+1
1.10	Producción de calor	Aparte de la producción de energía eléctrica, los biodigestores pueden ser una fuente de energía térmica (calor) que puede usarse para calefactar tanto a animales como a humanos.	Seguridad energética	+1
1.11	Resiliencia de la producción energética	Los sistemas de biodigestores son potencialmente menos vulnerables a caídas de la red eléctrica. Por tanto, pueden proporcionar una fuente de energía en situaciones de crisis evitando el bloqueo de servicios vitales.	Seguridad energética	+1

Nota: Los co-beneficios aquí incluidos recogen las aportaciones del equipo consultor, basadas principalmente en (USDA, 2014).

Análisis de la factibilidad de la meta

Los sistemas de biodigestores de la meta se basan en diseños que han funcionado satisfactoriamente durante los últimos 20 años¹³. Asimismo, la meta de instalación y operación de biodigestores tiene como antecedente

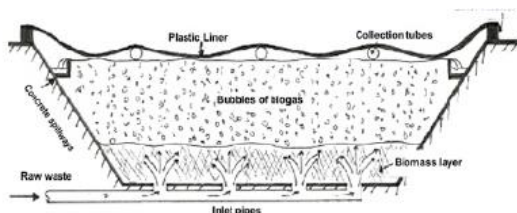
¹³ Siempre y cuando el biodigestor sea gestionado de una manera adecuada siguiendo los estándares y procedimientos aportados por el instalador.

directo las acciones promovidas por SAGARPA desde 2010 que han conllevado la instalación de al menos 360 biodigestores, siendo una continuación de las acciones ya realizadas. Por tanto, la factibilidad técnica, de capacidades y de arreglos institucionales de la meta ha sido ya demostrada a través del éxito del anterior programa, si bien, la implementación de esta nueva fase deberá tener en cuenta las lecciones aprendidas del anterior programa para mejorar la eficiencia.

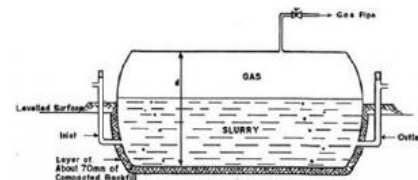
En relación con la factibilidad tecnológica, la tecnología de biodigestión está disponible en México existiendo, al menos, 60 proveedores de esta tecnología registrados en el Padrón de Empresas Confiables de FIRCO. Sin embargo, si se han identificado (IRRI, 2013) problemas técnicos para la implementación de sistemas de generación de electricidad a partir del biogás de los biodigestores. Estas limitaciones se deben tanto al alto coste de los motogeneradores, que lo hace sólo asequible para los grandes biodigestores, la disponibilidad en algunas zonas de esta tecnología, la necesidad de un buen funcionamiento del biodigestor y, finalmente, los costos asociados a la conexión del motogenerador a la red eléctrica nacional para la venta de la energía producida.

La bibliografía existente coincide en que los proyectos de instalación de biodigestores en México se han basado principalmente en dos tipos de tecnologías: lagunas cubiertas (“lagoon-type anaerobic digester”) y “salchichas” (“horizontal flow bag-type biodigester”)¹⁴.

Figura 8. Tipos de biodigestores más comunes en México



(3) Biodigestor de domo flotante



(4) Biodigestor tipo salchicha de flujo continuo

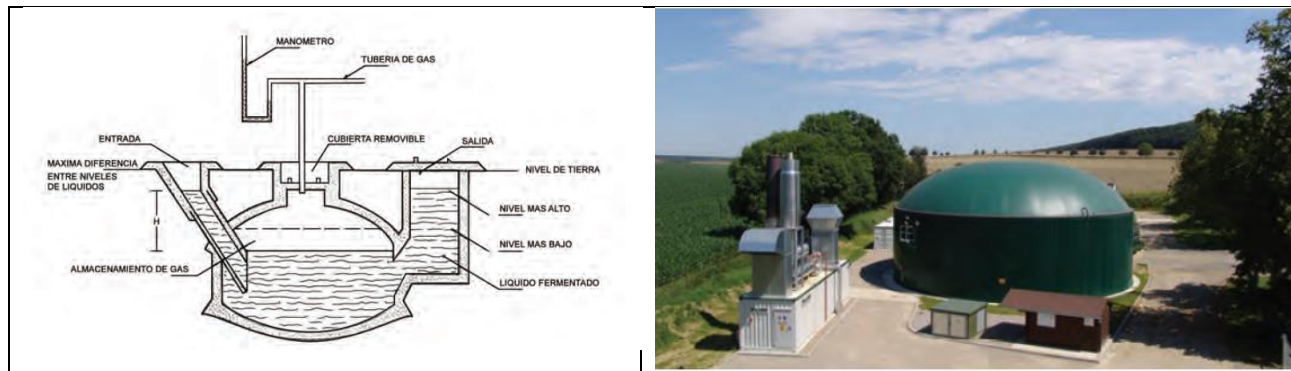
Fuente: (IRRI, 2014)

Según (IRRI, 2015), los grandes biodigestores, apoyados por SAGARPA-FIRCO, se corresponden exclusivamente a las lagunas cubiertas, empleándose los de tipo “salchicha” en las pequeñas granjas. La ventaja de este segundo tipo de biodigestores es capacidad de expansión por módulos y el bajo coste de

¹⁴ Por ejemplo, (IRRI, 2014).

instalación. Sin embargo, la experiencia en su uso ha demostrado una menor durabilidad¹⁵ en comparación con otros sistemas de biodigestores aptos para pequeñas explotaciones como son los subterráneos de hormigón o ladrillo ampliamente usados en China (véase Figura 9) o, su versión mejorada, con acrílico reforzado con fibra de vidrio que reduce el costo de mantenimiento y mejora la hermeticidad del biodigestor. Asimismo, dado que estos biodigestores, no pueden ser enterrados, están expuestos a la intemperie, lo que conlleva mayores cambios de temperatura externa, y cuando dichos cambios o el gradiente dentro del reactor son mayores de $\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante un día hay una reducción en la producción de biogás de hasta un 30%¹⁶.

Figura 9. Biodigestores rígidos y de tecnología punta



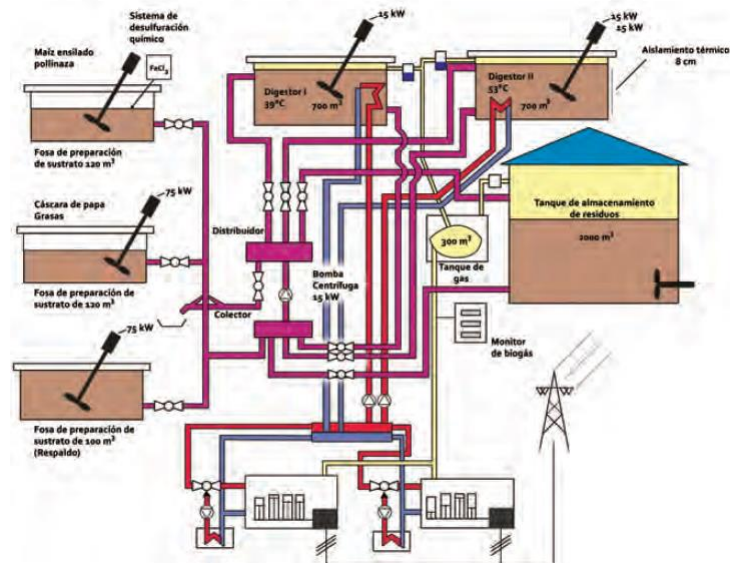
Fuente: (Red Mexicana de Bioenergías, A.C., 2012).

Con respecto a los grandes biodigestores, la actual tecnología es ampliamente usada por su bajo coste en relación con los biodigestores con tecnología punta. Estos biodigestores cuentan normalmente con calefacción, aislamiento y domo inflable (véase Figura 9). Adicionalmente, estos biodigestores suelen llevar asociados, al menos, un sistema de preparación que calienta y premezcla el sustrato; un sistema de tratamiento hermético de post-fermentación, con el fin de llevar a cabo la degradación final de la materia orgánica; un generador eléctrico basado en el biogás generado; y una antorcha de quemado para emergencias (véase Figura 10). La efectividad de estos biodigestores es mayor que la de las lagunas de cubiertas. Sin embargo, los biodigestores de tecnología punta requieren un mayor costo de instalación, mantenimiento y un personal muy cualificado que impiden su instalación salvo en grandes complejos ganaderos.

¹⁵ (Red Mexicana de Bioenergías, A.C., 2012)

¹⁶ (Red Mexicana de Bioenergías, A.C., 2012)

Figura 10. Diagrama de planta de biogás con tecnología punta



Fuente: (Red Mexicana de Bioenergías, A.C., 2012).

En conclusión, si bien la tecnología y proveedores están firmemente implantados en México, hay ciertas áreas de mejora relacionadas con la producción de electricidad para la mejora de la eficiencia y mitigación de la meta. Asimismo, se puede plantear un cambio en los sistemas de biodigestión usados a otros sistemas más avanzados siempre que sean adecuados a las condiciones particulares de cada predio.

En relación con la capacidad humana para el desarrollo del proyecto, existen especialistas en el mercado capaces de realizar la instalación y operación de los actuales tipos de biodigestores. Sin embargo, diversos documentos señalan posibles áreas de mejora en el uso de técnicos especializados y en las capacidades de coordinación global del proyecto para lograr una mayor adecuación de los biodigestores a las granjas (p. ej. (IRRI, 2013)).

La instalación de biodigestores requiere de un estudio específico de las condiciones del proyecto que permita adecuarlo a las características del predio y este estudio no siempre se ha llevado a cabo en los anteriores programas. Para ello son necesarios tanto técnicos especialistas en la instalación que lleven a cabo el estudio, como revisores cualificados en las instituciones que puedan valorar adecuadamente los estudios presentado. Por tanto, se identifica este punto como una mejora prioritaria, si bien asumible, para mejorar la eficiencia y eficacia del nuevo programa.

En relación con los acuerdos institucionales, SAGARPA ha demostrado tener la capacidad para liderar el programa y realizar los acuerdos institucionales necesarios para su implementación (p.ej. acuerdos con FIRCO, FND, FIRA...). Sin embargo, se considera que esta relación institucional podría mejorarse a través de un proceso más homogéneo y centralizado, dado que la anterior diversidad de implementadoras y programas que apoyaban la medida ha dificultado su seguimiento. Asimismo, es importante destacar que dada la

naturaleza de este proyecto se debería involucrar a múltiples actores clave como los gestores de las granjas, veterinarios, empresas instaladoras, consultorías medioambientales e ingenieros al cargo de las obras o la gestión. Dentro de los futuros acuerdos institucionales se sugiere una mayor participación en el proceso de toma de decisiones de todos los actores clave con el fin de tener en cuenta todos los puntos de vista y poder abordar de manera adecuada cualquier barrera en el proceso.

Finalmente, desde el punto de vista económico, el anterior programa se desarrolló principalmente a través de financiamiento nacional. En las primeras fases de implementación, parte de la financiación se planeó que proviniera de la venta de reducciones de emisiones. Sin embargo, según (IRRI, 2014) una mala gestión de estos proyectos llevó a la no consecución de los créditos y a generar una desconfianza en este procedimiento de financiación por parte de los productores¹⁷. Actualmente, la meta no dispone de un presupuesto asignado. Sin embargo, se considera que es factible la asignación de recursos nacionales para financiar la meta. Asimismo, según los expertos de FIRCO, las anteriores ayudas para la instalación de biodigestores contaron con una gran aceptación por parte de los productores, por lo que se espera que la contribución de los propietarios de los predios no sea ningún inconveniente para la implementación de la meta.

¹⁷ (IRRI, 2014) pg. 12 “[...] ocurrieron ciertas situaciones en torno a la baja productividad de certificados de reducción de emisiones (CRE) de ciertos proyectos. Entre 2006 y 2007 la falta de capacidad administrativa y financiera en la gestión de varias compañías que transan créditos de carbono y que implementaban proyectos de DA resultó en instalaciones mal hechas. Esta situación significó variados problemas para los productores y a pesar de varios intentos y compromisos desde estas empresas por cubrir costos de mantención y operación, finalmente este costo recayó de igual forma en productores que no estaban en condiciones para ello. Adicionalmente algunos de estos productores han sido pobremente informados sobre las características de cumplimiento de regulaciones en torno al descargas del efluente de los biodigestor anaeróbicos cómo medio de tratamiento de residuos. Esta inadecuada gestión de proyectos ha generado desconfianzas y una mala reputación sobre la tecnología en algunas regiones agrícolas del país”.

Meta 2. Reducción del uso de fertilizantes sintéticos

Nombre de la meta

El nombre completo de la meta es “Reducción del consumo de fertilizantes sintéticos por la aplicación de biofertilizantes¹⁸ a los cultivos”, aunque en este documento, por sencillez, se nombrará como “Reducción del uso de fertilizantes sintéticos”. Esta meta está fuertemente relacionada con la contenida en el documento de Narrativas bajo el nombre de “2. Sustitución de fertilizantes sintéticos nitrogenados en cultivos, por incorporación de biofertilizantes”.

Se ha optado por actualizar su nombre tras las reuniones con los actores clave, dado que el anterior nombre podía dar lugar a equívocos respecto al objetivo de la meta y a que el nuevo nombre está más en línea con los componentes del Programa de Fomento a la Agricultura que desarrolla esta medida.

Narrativa de la meta

Esta meta se integra dentro del componente “Componente de Mejoramiento Productivo de Suelo y Agua” del Programa de Fomento a la Agricultura, cuyo objetivo es optimizar los costos de producción y mitigar el impacto al medio ambiente a partir del mejoramiento productivo del suelo y agua, así como contribuir al uso eficiente y aprovechamiento de los recursos naturales asociados a la agricultura a partir de incentivos para la adopción de tecnologías y buenas prácticas agrícolas, así como coadyuvar en la integración de la biodiversidad en las actividades agrícolas.

Entre las líneas de acción de dicho componente se encuentra la “I. Recuperación de Suelos con degradación agroquímica, principalmente pérdida de fertilidad”, cuyo objetivo es mejorar las condiciones productivas del suelo a partir del uso de técnicas y métodos de bajo impacto ambiental. El objeto de esta meta (la sustitución de fertilizantes sintéticos por biofertilizantes) está incluida dentro del primer concepto, dado que los biofertilizantes son un tipo de bioinsumo.

Responsable de la meta

La Dirección de Diversificación productiva perteneciente a la Dirección General de Fibras Naturales y Biocombustibles de SAGARPA es la responsable del incentivo de Recuperación de suelos con degradación agroquímica, principalmente pérdida de la fertilidad en el cual se encuadra esta meta.

¹⁸ Los biofertilizantes o inoculantes (en el sentido en el que se aplica ese término en México) se definen como insumo de nutrición vegetal elaborado con base en microorganismos que, al aplicarse al suelo o a las semillas, favorece el aprovechamiento de los nutrientes, o bien en asociación con la planta o su rizosfera microorganismos que reducen la necesidad de nitrógeno del cultivo. Estos biofertilizantes no llevan carga de nitrógeno.

Descripción de la meta

Esta meta se articula a través de una única línea de actuación:

- Línea 1: Reducción del consumo de fertilizantes sintéticos en 2030.

El objetivo se pretende alcanzar gracias a los beneficios asociados a la incorporación de biofertilizantes a los cultivos que mejoran la capacidad de absorción del nitrógeno por parte de la planta.

El escenario de la línea base, así como el escenario mínimo, consideran que no hay un aumento de la incorporación de biofertilizantes y que, por tanto, el consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados sigue la tendencia de incremento del consumo del 1.2% incluida en el documento de IFA “Fertilizer Outlook 2017 – 2021” (IFA, 2017).

En la actualidad, el programa de incorporación de biofertilizantes cubre menos del 2% de la superficie total de cultivos y la reducción máxima obtenida está en torno al 20-25%¹⁹. Por tanto, en función de los resultados actuales, se considera que la ambición contenida en el documento de narrativas (INECC, 2015) (escenario ambicioso) es difícilmente alcanzable.

Por esta razón, se plantea el escenario medio basado en el juicio de experto de los técnicos de la DG. Fibras Naturales y Biocombustibles de SAGARPA. Los expertos de SAGARPA consideran que una meta más realista estaría en torno a la reducción del uso de fertilizante químico en 1 millón de hectáreas con una disminución de fertilizante químico del 25% en cada hectárea.

Por tanto, se consideran 3 escenarios en función de su nivel de ambición:

- Mínimo: En línea con la situación actual, se supone que no existirá ninguna financiación adicional para la reducción del consumo de fertilizantes sintéticos a través del uso de biofertilizantes.
- Medio: Reducción del uso de fertilizante químico en 1 millón de hectáreas con una disminución de fertilizante sintético del 25% en cada hectárea.
- Ambicioso: Se toman los objetivos recogidos en el documento de Narrativas: reducción del 28% del consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados en 2030 respecto a las proyecciones de consumo para dicho año (INECC, 2015).

¹⁹ Comunicación directa de los expertos de la DG. Fibras Naturales y Biocombustibles de SAGARPA.

Formulario de la meta

En este apartado se incluye el formulario de recogida de información de las acciones de mitigación correspondiente a esta meta en su estado actual de recogida de datos.

Tabla 14. Formulario de la meta Reducción del uso de fertilizantes sintéticos

Nombre de la acción de mitigación	Reducción del consumo de fertilizantes sintéticos por la aplicación de biofertilizantes a los cultivos
Objetivo	Reducción, a nivel nacional, del consumo total de fertilizantes sintéticos nitrogenados proyectados en 2030, debido a la aplicación al campo de biofertilizantes.
Entidad responsable	SAGARPA
Tipo de entidad	Gobierno Federal
Área responsable	Dirección General de Fibras Naturales y Biocombustibles
Información de contacto	Subdirección de Nuevas Redes de Valor Tel.55 38 71 10 00 ext. 21424
Sector	Agricultura (cultivos)
Categorías afectadas	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados (3C4) <ul style="list-style-type: none"> ○ Aplicación de fertilizantes de N sintético (3C4a) • Aplicación de urea (3C3) • Emisiones indirectas de N₂O de los suelos gestionados (3C5) <ul style="list-style-type: none"> ○ Deposition atmosférica (3C5a) ○ Lixiviación y escorrentía (3C5b)
Meta del NDC en la que se integra	Reducción del uso de fertilizantes sintéticos
Gases afectados (CO₂, CH₄, N₂O, Otros)	N ₂ O
Fecha de inicio de implementación (año)	2013
Fecha de fin de implementación (año)	2030
Estado	Implementada
Escenario de proyecciones	WEM
Políticas asociadas (lista)	Ley General de Cambio Climático (LGCC 2012) Estrategia Nacional de Cambio Climático 2013 (ENECC 2013) Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC 2014) Programa Sectorial Agropecuario 2013-2018
Tipo (principal) de instrumento	Económico
Reducción de emisiones por año (t CO₂eq)	Escenario mínimo: 0 kt CO ₂ eq en 2030 Escenario medio: 215 kt CO ₂ eq en 2030 Escenario ambicioso: 2,361 kt CO ₂ eq en 2030
Parámetros para el cálculo de la mitigación	Cantidad de fertilizantes sintéticos nitrogenados aplicados a los cultivos (t N) Cantidad de urea aplicada a los cultivos (t urea)
Interacciones con otras medidas	No
Indicadores de control (MRV)	Estadísticas sobre consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados de FAOSTAT
Coste (MXN, USD...)	n.e.
Información adicional sobre los costos	No se ha podido estimar los costos de la meta al no: i) existir información pública sobre costo y logros de la meta en los años que se ha ido desarrollando; ni ii) haberse recibido la información solicitada al actor clave.
Medida de adaptación	<i>No (más información en el apartado de adaptación)</i>
Co-beneficios asociados (lista)	<i>Véase apartado de co-beneficios</i>
Descripción de los co-beneficios	<i>Véase apartado de co-beneficios</i>
Barreras a la ejecución (lista)	<i>Véase apartado de barreras, oportunidades y necesidades</i>

Plan de implementación/Pruebas piloto	El programa que ya ha estado operativo en los años 2014, 2015, 2017 y 2018. Durante todo este periodo se han apoyado más de 450 mil hectáreas.
Necesidades del sector (lista)	<i>Véase apartado de barreras, oportunidades y necesidades</i>
Descripción de la medida	Esta meta se integra dentro del componente “Componente de Mejoramiento Productivo de Suelo y Agua” del Programa de Fomento a la Agricultura y pretende alcanzar una reducción del consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados en 2030 respecto a las proyecciones de consumo para dicho año. Este objetivo se pretende alcanzar gracias a los beneficios asociados a la incorporación de biofertilizantes a los cultivos que mejoran la capacidad de absorción del nitrógeno por parte de la planta.
Documento(s) de referencia	(Gobierno de México, 2014) (INECC, 2016) (INECC, 2018) (INECC, 2017) (INECC, 2015) (DOF, 2017) (OECD/FAO, 2017) (SAGARPA, 2017)

Potencial de mitigación

El componente principal de esta meta es la reducción del consumo proyectado en 2030 de fertilizantes sintéticos nitrogenados.

Este objetivo se desarrolla a través de una única línea de actuación:

- Línea 1: Reducción del consumo de fertilizantes sintéticos en 2030

La aplicación de fertilizantes sintéticos a los cultivos es una fuente de emisiones en varias de las categorías del INEGyCEI:

- Emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados (3C4)
 - Aplicación de fertilizantes de N sintético (3C4a)
- Aplicación de urea (3C3)
- Emisiones indirectas de N₂O de los suelos gestionados (3C5)
 - Deposition atmosférica (3C5a)
 - Lixiviación y escorrentía (3C5b)

Variables de Actividad

La reducción del consumo de fertilizantes sintéticos afecta a dos variables de actividad para el cálculo de las emisiones muy relacionadas entre sí:

- Cantidad de nitrógeno en los fertilizantes sintéticos aplicados al campo (kg N)
- Masa de urea aplicada al campo (kg urea)

Esto es debido a que, adicionalmente de las emisiones que genera el nitrógeno contenido en la urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), se producen también emisiones de CO_2 por la volatilización de la misma.

En México, no existe información detallada sobre el consumo de fertilizantes sintéticos por tipo de fertilizantes (urea, sulfato amónico, soluciones nitrogenadas...). Asimismo, tampoco se especifica en la ambición cómo se va a distribuir la reducción en el consumo. Por tanto, se asume que la reducción en el consumo será uniforme para todos los tipos de fertilizantes y que, por tanto, la urea tendrá la misma reducción que el resto de fertilizantes sintéticos.

La aplicación/consumo de fertilizantes sintéticos sigue en la línea base una tendencia alcista del 1.2% al año. Este valor ha sido tomado de las proyecciones realizadas por la IFA (IFA, 2017) y recogidas en la línea base del sector agropecuario (INECC, 2017).

Parámetros de estimación y factores de emisión

Los factores de emisión y parámetros de cálculo, incluidos en la Tabla 15, son los aportados por las Directrices 2006 de IPCC (IPCC, 2006) y se corresponden con los usados en el INEGyCEI (INECC, 2018) y la línea base del sector agropecuario (INECC, 2017). En la siguiente se muestran los factores empleados en la estimación de las emisiones.

Tabla 15. Factores de emisión y parámetros para el cálculo de las emisiones de los fertilizantes sintéticos nitrogenados

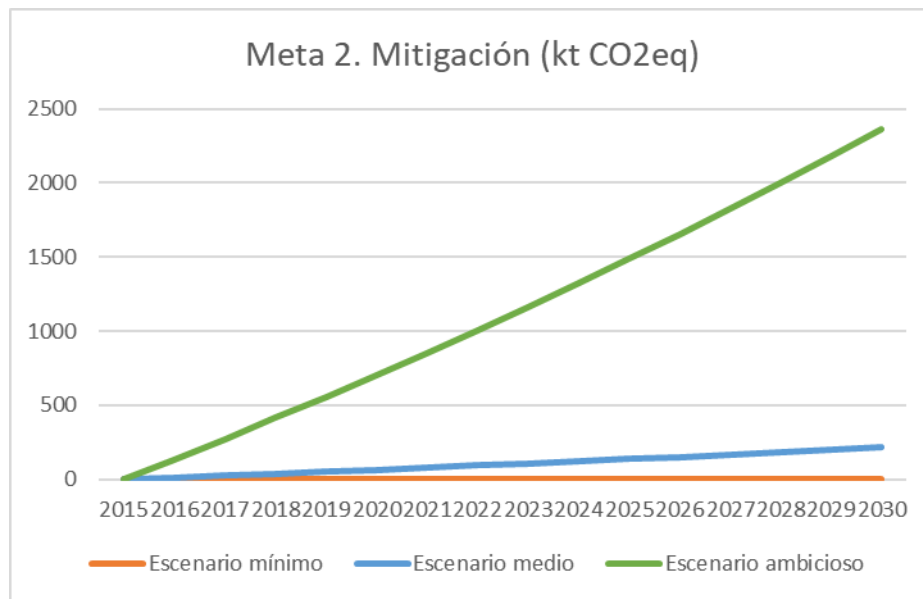
Factor de emisión	Valor	Unidad
FSN: N in synthetic fertilizers	0.01	t $\text{N}_2\text{O-N}$ /t N
FE_{UREA}	0.2	t C/t Urea
Fraction of synthetic fertilizer N that volatilises	0.10	t $\text{NH}_3\text{-N}+\text{NO}_x\text{-N}$ /t N
Emission factor for N_2O emission from atmospheric deposition of N on soils and water surfaces	0.01	t $\text{N}_2\text{O-N}$ /t $\text{NH}_3\text{-N}+\text{NO}_x\text{-N}$
Fraction of all N additions to managed soils that is lost through leaching and runoff	0.30	t N/t N
Emission factor for N_2O emission from N leaching and runoff	0.0075	t $\text{N}_2\text{O-N}$ /t N

Fuente: Directrices 2006 de IPCC.

Mitigación potencial de la meta

La mitigación se obtiene de la comparación entre la línea base y el escenario con la meta. Como puede apreciarse en la Figura 11, la mitigación en el escenario medio presenta un aumento constante a hasta 2030, alcanzando las 215 kt CO_2eq en 2030. Asimismo, el escenario ambicioso logra alcanzar las 2,361 kt CO_2eq en 2030.

Figura 11. Mitigación de la Meta 2



Fuente: Elaboración propia a través de la herramienta de mitigación del sector agropecuario (Mayahuel)

Adaptación

Un análisis de las acciones de adaptación consideradas dentro del compromiso de México, así como de las sinergias de esta meta con las mismas puede encontrarse más adelante en el apartado “Adaptación y sinergias adaptación-mitigación”.

Barreras, oportunidades y necesidades

La identificación de las barreras y el análisis de las oportunidades y necesidades asociadas ha sido realizada a través de un proceso participativo y de socialización de resultados con los actores clave mediante:

1. Elaboración de un manual sobre barreras, oportunidades y necesidades
2. Elaboración de formularios de captura de información
3. Realización de un taller explicativo y de trabajo con los actores clave para la recopilación de las barreras iniciales
4. Compilación, estudio y ampliación de las barreras iniciales, por parte del equipo consultor, incluyendo la identificación de oportunidades y necesidades
5. Presentación y sociabilización de resultados en un taller con los actores clave
6. Recepción de información adicional y comentarios por parte de los actores clave
7. Compilación final de las barreras, necesidades y oportunidades

El objetivo de este apartado es exponer las dificultades y retos a los que se enfrenta o enfrentará el implementador de la meta, no es exclusivamente desde la perspectiva del cambio climático, sino también, en sus vertientes sociales, económicas, productivas y políticas.

Las barreras de carácter horizontal que afectan a todas las metas se han incluido anteriormente en la sección de “Barreras, oportunidades y necesidades” de la Meta 1.

Los resultados de este proceso para esta Meta 2 se encuentran en la siguiente Tabla 16:

Tabla 16. Barreras para la Meta 2

Nº	Barrera	Tipo de barrera	Descripción de la barrera	Oportunidades	Necesidades identificadas
2.1	Falta de políticas que identifiquen un objetivo cuantificable	Marco institucional y regulatorio	El objetivo se considera alcanzable si se diseñan e implementan políticas que apuntan a ello. Actualmente, existen políticas que apoyan el uso de biofertilizantes. Sin embargo, su diseño es de un apoyo temporal y deja en manos del agricultor la continuidad. Asimismo, no se han identificado objetivos absolutos de reducción del consumo de fertilizante sintético.	Mejoras en el marco institucional y regulatorio, que promuevan una economía baja en carbono y resiliente. Ayudar a los productores a adaptarse a las tendencias del mercado, en el cual los consumidores cada vez buscan más productos sin químicos.	Diseño políticas que apunten a la consecución de los objetivos.
2.2	Falta de acompañamiento técnico y capacitación, para la promoción del uso eficiente de los fertilizantes	Capacidad	La reducción de emisiones en este caso pasa por la mejora de la eficiencia en el uso de los fertilizantes, para lo cual se requiere de acompañamiento técnico y capacitación.	Reducción de costes de producción gracias al uso eficiente de los fertilizantes.	Acompañamiento técnico y capacitación para promover un uso eficiente de fertilizantes y buenas prácticas en la aplicación y momento de la aplicación.
2.3	Falta de estadísticas nacionales	Capacidad	No existen estadísticas nacionales sobre la aplicación de fertilizantes, incluyendo información desagregada por tipo de fertilizantes, por tipo de cultivo o por estado. Sólo existe información sobre superficies fertilizadas.	Generación de información nacional que permita priorizar los estados, cultivos y fertilizantes que tendrían un mayor impacto en la reducción de emisiones.	Información estadística de aplicación de fertilizantes, preferiblemente a nivel de estado, cultivo y tipo de fertilizante.
2.4	Falta de estudios para la obtención de factor de emisión específico (falta de base científica)	MRV	No existen suficientes estudios que permitan al país cambiar los factores de emisión establecidos por el IPCC y el uso de inoculantes no se recoge en las guías.	Desarrollo de metodologías para el establecimiento de factores de emisión adaptados a la realidad del país, que permitan un mejor MRV de los avances.	Desarrollo de estudios que permitan adecuar el factor de emisión/tasa de reducción en el consumo de fertilizante.
2.5	Falta de un sistema de seguimiento de los resultados	MRV	La medida se viene implementando desde hace tiempo, sin embargo, no ha tenido un seguimiento, por lo que no se conoce el impacto real de la aplicación de biofertilizantes. El MRV existente mide la productividad pero no los parámetros necesarios para la estimación de las emisiones.	Mejoramiento en la medición del impacto de la medida.	Necesidad de dar seguimiento a la implementación de la medida para poder conocer el impacto real de los biofertilizantes.
2.6	Falta de análisis químicos de los suelos	Técnica	No se realizan los suficientes análisis químicos de los suelos para poder identificar exactamente los mejoradores del suelo más adecuados y poder mejorar la eficiencia del proceso.	Mayor eficiencia en la aplicación de los biofertilizantes y, por tanto, menor necesidad de uso de fertilizantes sintéticos.	Identificar de manera clara el mejor mejorador a aplicar al suelo en función del análisis químico del mismo.

Nota: Las barreras, necesidades y oportunidades aquí incluidas recogen las opiniones de los actores clave y expertos del sector validadas a través de 2 talleres de sociabilización y normalizadas por el equipo consultor.

Costos, costo-beneficio y financiación

La promoción del uso de biofertilizantes para lograr una reducción del consumo de fertilizantes sintéticos se implementa a través del Programa de Fomento a la Agricultura, que es uno de los principales programas de la SAGARPA, y específicamente a través del Componente de Mejoramiento Productivo de Suelo y Agua. El componente tiene como objetivo optimizar los costos de producción y mitigar el impacto al medio ambiente a partir del mejoramiento productivo del suelo y agua, así como contribuir al uso eficiente y aprovechamiento de los recursos naturales asociados a la agricultura a partir de incentivos para la adopción de tecnologías y buenas prácticas agrícolas, así como coadyuvar en la integración de la biodiversidad en las actividades agrícolas.

Para esto, el componente establece dos tipos de incentivos:

- Recuperación de suelos con degradación agroquímica, principalmente pérdida de fertilidad, que incluyen incentivos para mejorar las condiciones productivas del suelo a partir del uso de técnicas y métodos de bajo impacto ambiental.
- Sistemas de Riego Tecnificado.

El primer tipo de incentivo es el que recoge los objetivos de esta meta. Este incentivo está orientado a:

- La adquisición de bioinsumos agrícolas para la optimización de costos de producción
- La adquisición, establecimiento e incorporación de mejoradores del suelo y abonos verdes
- Los proyectos integrales para la producción de abonos orgánicos: compostas y biofertilizantes
- El drenaje en terrenos agrícolas
- La investigación, desarrollo tecnológico y transferencia de tecnología en biofertilizantes y abonos orgánicos

Durante esta consultoría no se pudo obtener información directa sobre los costos de la implementación del actual proyecto. Por tanto, se procedió a investigar si las fuentes públicas de información podrían dar respuesta al costo de la acción y la reducción de fertilizante sintético obtenida.

Una búsqueda sobre la implementación del Programa de Fomento a la Agricultura mostró que los componentes de dicho programa han variado a lo largo de los años, por lo que no existe información anterior a 2017 para el Componente de Mejoramiento Productivo de Suelo y Agua, dado que es un componente nuevo que surge de las modificaciones realizadas al programa en 2017.

En los Decretos de Presupuesto de Egresos de la Federación para los años fiscales 2017 (DOF, 2016) y 2018 (DOF, 2017), se incluye un presupuesto de 1,985.9 millones de MXN en 2017 y 1,925.7 millones de MXN para el año 2018 para este componente. Sin embargo, no se encuentra detallado cuanto se asignará a incentivos ligados a la recuperación de suelos y cuanto a los sistemas de riego.

El presupuesto también establece el monto total del programa que tiene como destino actividades de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático, como se muestra en las siguientes Figura 12 y Figura 13, primero para 2017 y luego para 2018:

Figura 12. Presupuesto del Programa de Fomento a la Agricultura (2017)

ANEXO 16. RECURSOS PARA LA ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO (pesos)

Ramo	Denominación	Monto
TOTAL		36,878,401,378
04 Gobernación		222,097,196
	Coordinación del Sistema Nacional de Protección Civil	222,097,196
08 Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación		12,347,760,148
	Programa de Productividad y Competitividad Agroalimentaria	41,229,097
	Programa de Fomento a la Agricultura	665,061,387
	Programa de Fomento Ganadero	2,445,751,708
	Programa de Fomento a la Productividad Pesquera y Acuicola	2,176,414,234
	Programa de Apoyos a Pequeños Productores	7,019,303,722

Fuente: Presupuesto de Egresos de la Federación para el año fiscal 2017 (DOF, 2016)

Figura 13. Presupuesto del Programa de Fomento a la Agricultura (2018)

ANEXO 16. RECURSOS PARA LA ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO (pesos)

RAMO	DENOMINACIÓN	MONTO
TOTAL		61,457,819,955
04 Gobernación		226,580,258
	Coordinación del Sistema Nacional de Protección Civil	226,580,258
08 Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación		14,351,904,327
	Programa de Productividad y Competitividad Agroalimentaria	47,046,099
	Programa de Fomento a la Agricultura	700,829,732
	Programa de Fomento Ganadero	2,778,306,668
	Programa de Fomento a la Productividad Pesquera y Acuicola	2,119,557,043
	Programa de Apoyos a Pequeños Productores	8,706,164,786

Fuente: Presupuesto de Egresos de la Federación para el año fiscal 2017 (DOF, 2017)

Sin embargo, estas tablas no nos aportan información sobre cuántos de esos fondos se canalizan a través de los incentivos a la recuperación de suelos con degradación agroquímica y cuales se utilizan para otros fines. Además, es difícil prever las variaciones en los montos asignados al programa y sus componentes en el futuro, pues estos dependen del presupuesto federal y todas las consideraciones que este conlleva.

En todo caso, el acceso a los incentivos por parte de los productores se da mediante convocatoria abierta. Se entregan a aquellos productores que los soliciten y cumplan con los requisitos estipulados, por lo que el monto real asignado por año depende en parte de la demanda para cada año. En base a informes de beneficiarios de las ayudas presentados por SAGARPA (SAGARPA, 2017) para el año 2017, se estima que ese año se otorgaron 207,923,205 MXN en incentivos para la recuperación de suelo, distribuidos entre 7,459 beneficiarios. Sin embargo, se desconoce el dinero dedicado a la reducción del consumo de fertilizantes sintéticos y la cantidad de fertilizantes sintético nitrogenado retirado.

En conclusión, con la información públicamente disponible no es posible realizar una estimación sobre los costos de implementación de la meta ya que se carece tanto de información sobre el costo total como sobre el impacto conseguido por la acción.

Normativa y legislación asociada

La normativa general que afecta de manera horizontal a todas las metas contenidas en este estudio se encuentra en el subapartado “Normativa general” dentro del apartado “Normativa y legislación asociada” de la Meta 1. En este apartado sólo se recogen las particularidades relativas a esta meta.

En relación con esta meta, la ENCC 2013 (SEMARNAT, 2013) incluye una línea de acción relacionada:

- Línea de acción M4.11: Instrumentar políticas agrícolas encaminadas a realizar un mejor uso de fertilizantes, racionalizar su uso, producir y aplicar biofertilizantes, así como el uso eficiente de nitrogenados.

Asimismo, de una manera más general, los objetivos de esta meta también apoyan:

- Línea de acción P2.18: Consolidar la participación de los sectores social y privado en mecanismos financieros y de mercado que promuevan la adaptación y mitigación al cambio climático.

Como se comentó con anterioridad, la implementación de esta meta se basa en el incentivo “I. Recuperación de Suelos con degradación agroquímica, principalmente pérdida de fertilidad” del “Componente de Mejoramiento Productivo de Suelo y Agua” del Programa de Fomento a la Agricultura.

El Programa de Fomento a la Agricultura sigue las prioridades que establece el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y su objetivo general es:

“Incrementar la productividad de las Unidades Económicas Rurales Agrícolas (UERA) mediante incentivos económicos focalizados preferentemente en zonas con potencial productivo medio y alto, en cultivos prioritarios y con potencial de mercado.”

Asimismo, incluye un objetivo específico relacionado directamente con la meta:

VI Contribuir al uso eficiente y aprovechamiento de los recursos naturales asociados a la agricultura, a partir de incentivos para la adopción de tecnologías y buenas prácticas agrícolas; así como coadyuvar en la Integración de la biodiversidad en las actividades agrícolas.

En particular el Componente de Mejoramiento Productivo de Suelo y Agua, donde se encuadra la medida, tiene como objetivo específico:

Optimizar los costos de producción y mitigar el impacto al medio ambiente a partir del mejoramiento productivo del suelo y agua, así como contribuir al uso eficiente y aprovechamiento de los recursos naturales asociados a la agricultura a partir de incentivos para la adopción de tecnologías y buenas

prácticas agrícolas, así como coadyuvar en la integración de la biodiversidad en las actividades agrícolas.

Dentro de este componente existen dos incentivos:

- I. Recuperación de Suelos con degradación agroquímica, principalmente pérdida de fertilidad;
- II. Sistemas de Riego Tecnificado.

En la Figura 14 siguiente se muestra el cuadro del documento de reglas de operación del Programa de Fomento a la Agricultura (DOF, 2017) que contiene los conceptos existentes para los incentivos antes citados.

Figura 14. Conceptos de los incentivos del componente de Mejoramiento Productivo de Suelo y Agua del Programa de Fomento a la Agricultura

Concepto de Incentivo	Porcentajes y Montos Máximos
1.1 Adquisición de bioinsumos agrícolas para la optimización de costos de producción (1).	Hasta el 50% del costo de los bioinsumos agrícolas y/o hasta \$1,500.00 (mil quinientos pesos 00/100 M.N.) por hectárea, sin rebasar 80 hectáreas por persona física y hasta 2,500 hectáreas por persona moral.
1.2 Adquisición, Establecimiento e incorporación de mejoradores del suelo y abonos verdes (2 y 3).	Hasta el 50% del costo de los mejoradores del suelo y/o hasta \$4,000.00 (cuatro mil pesos 00/100 M.N.) por hectárea, sin rebasar 10 ha por persona física y hasta 100 ha por persona moral. Hasta el 50% del costo del paquete tecnológico y/o hasta \$2,000.00 (dos mil pesos 00/100 M.N.) por hectárea para abonos verdes, sin rebasar 10 ha por persona física y hasta 100 hectáreas por persona moral.
1.3 Proyectos integrales para la producción de abonos orgánicos: compostas y biofertilizantes. (4 y 5).	Para proyectos de producción de compostas el apoyo por proyecto será de hasta 50% sin rebasar \$500,000.00 (Quinientos mil pesos 00/100 M.N.); y para proyectos de producción de biofertilizantes el incentivo por proyecto será de hasta 50% sin rebasar \$2,000,000.00 (Dos millones de pesos 00/100 M.N). Aplica para personas morales.
1.4 Drenaje en terrenos agrícolas (6).	Hasta el 50% del costo del proyecto sin rebasar \$15,000.00 (Quince mil pesos 00/100 M.N.) por hectárea. Personas físicas: hasta 50 hectáreas. Personas morales: hasta 133 hectáreas.
1.5 Investigación, desarrollo tecnológico y transferencia de tecnología en biofertilizantes y abonos orgánicos.	Hasta el 80% del proyecto y hasta un máximo de \$3,000,000.00 (Tres millones de pesos 00/100 M.N.) por proyecto para personas morales.

Fuente: Reglas de operación del Programa de Fomento a la Agricultura (DOF, 2017)

La ejecución de la meta se integrará dentro de los conceptos 1.1 “Adquisición de bioinsumos agrícolas para la optimización de costos de producción”²⁰, 1.3 “Proyectos integrales para la producción de abonos orgánicos: compostas y biofertilizantes” y 1.5 “Investigación, desarrollo tecnológico y transferencia de tecnología en biofertilizantes y abonos orgánicos”.

Ruta de cumplimiento

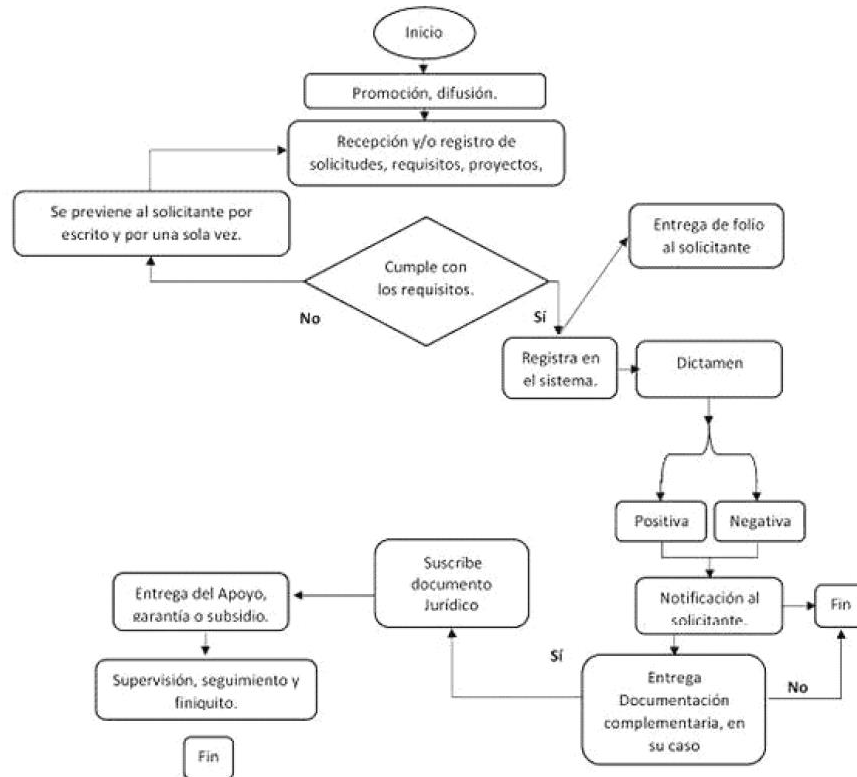
En este apartado se describe el procedimiento actual de ejecución del Componente de Mejoramiento Productivo de Suelo y Agua del Programa de Fomento a la Agricultura, que puede servir como guía para el desarrollo de un futuro plan que permita implementar la meta.

El actual procedimiento es anual y su ejecución final depende de las solicitudes de los beneficiarios. Esto podría constituir una barrera para alcanzar las metas comprometidas, dado que podría ocurrir que las solicitudes no fueran suficientes para lograr los objetivos. En caso de optarse por un procedimiento análogo, la administración deberá disponer de mecanismos de seguimiento anuales que permitan valorar y, en caso necesario, corregir la tendencia real para lograr que converja a la tendencia esperada para la constitución de la meta.

La muestra el diagrama de flujo único para todos los componentes del Programa de Fomento de la Agricultura que se incluye en el documento de reglas de operación (DOF, 2017) de dicho programa para el año 2018. Posteriormente, se detallarán los pasos de ejecución del programa a partir de la información presentada en las reglas de operación.

²⁰ La definición de bioinsumos del propio documento incluye a los biofertilizantes.

Figura 15. Diagrama de flujo único de los componentes del Programa de Fomento de la Agricultura



Fuente: Anexo III de las Reglas de operación del Programa de Fomento de la Agricultura para el ejercicio fiscal 2018 (DOF, 2017)

Paso 1. Promoción y difusión del programa

El primer paso es la promoción y difusión del contenido del programa anual entre los posibles beneficiarios para que estos valoren su participación en el programa.

Paso 2. Apertura y recepción de solicitudes

Posteriormente, se abre el plazo de solicitudes y se van recogiendo aquellas que son presentadas. La presentación de las solicitudes puede hacerse por la ventanilla correspondiente o de manera electrónica en la página <https://www.suri.sagarpa.gob.mx>.

Paso 3. Comprobación del cumplimiento de los requisitos de la solicitud

La ventanilla recibe la solicitud de incentivo con los documentos requeridos, los revisa y coteja, en caso de estar completos y corresponder a los originales, entrega al solicitante un acuse de recibo emitido por el SURI con número de folio. El solicitante debe conservar el número de folio obtenido hasta la conclusión de su trámite.

Se revisa la documentación que acompaña a la solicitud, en caso que no se cumplan los requisitos aplicables, la ventanilla, le informa por una sola vez al solicitante mediante publicación en la ventanilla correspondiente o en la página electrónica de la Instancia Ejecutora, o mediante notificación específica, identificando el trámite por su número de folio, para que subsane la deficiencia en un plazo no mayor de diez días hábiles, contados a partir del día de la notificación o publicación, una vez que el solicitante presente completos los requisitos, se continuará con el trámite. Transcurrido este plazo sin que se desahogue la prevención, se tendrá por no presentada la solicitud.

Paso 4. Registro en el sistema

Una vez que las ventanillas cuenten con toda la información, se integra un expediente completo en físico y electrónico en formato PDF, el archivo de remisión deberá nombrarse con número de folio y deberá incluir en forma numerada los documentos indicados en las reglas, el cual es remitido a la Instancia Ejecutora o Unidad Responsable quien, a su vez, las remite a la Unidad Técnica Operativa.

Paso 5. Dictaminación de solicitudes

La Unidad Técnica Operativa y/o la instancia Ejecutora durante el proceso de evaluación de cada solicitud, aplica la Cédula de Calificación de solicitudes de los Componentes Mejoramiento Productivo de Suelo y Agua y Energías Renovables contenida en el Anexo XVIII de las Reglas de Operación vigentes. Una vez realizado este procedimiento, la Unidad Técnica Operativa y/o Instancia Ejecutora correspondiente, remite a la Unidad Responsable la relación de solicitudes aprobadas y copia de cada una de las Cédulas de Calificación aplicadas, para someterlas a consideración del Comité Técnico Dictaminador.

La Unidad Responsable, recibe las solicitudes aprobadas y convoca al Comité Técnico Dictaminador a fin de someter a su consideración las solicitudes de incentivos predictaminadas positivas, una vez que este Comité Técnico Dictaminador emite el dictamen de autorización; la Unidad Responsable o en su caso la Instancia Ejecutora emite las cartas de autorización a los solicitantes, pudiendo para ello, auxiliarse de las Delegaciones de la Secretaría en las entidades federativas, sus representaciones estatales o regionales. Se publica el listado de beneficiarios autorizados en la página electrónica de la Secretaría y, en su caso, en las páginas electrónicas de las Instancias Ejecutoras.

Serán susceptibles de incentivo los proyectos que obtengan la mejor calificación con base en la evaluación técnica y/o económica y/o financiera, legal e impacto social y/o los criterios establecidos por la Unidad Responsable o los Criterios de Elegibilidad de cada Componente. En particular, el incentivo 1.1 "Adquisición de bioinsumos agrícolas para la optimización de costos de producción" que afecta a esta meta sólo se podrá otorgar por un máximo de 3 años.

Paso 6. Suscripción del Instrumento Jurídico.

En el concepto 1.1 y en el concepto 1.2, se debe presentar factura con los requisitos legales aplicables con fecha del ejercicio fiscal vigente que ampare el monto total de la inversión (incentivo más aportación del beneficiario).

Para los conceptos 1.3 y 1.4, se formalizará la entrega de los recursos conforme al calendario presupuestal autorizado, y se indicarán, entre otros, los conceptos de Incentivos, importes y calendario de ejecución que se convengan con el beneficiario, a efecto de que se ejecute el proyecto y la Delegación o la Instancia Ejecutora realice el seguimiento correspondiente.

A. En caso de que el beneficiario no lleve a cabo la suscripción del Instrumento Jurídico dentro del plazo establecido en la notificación respectiva, se considerará por desistido del incentivo autorizado, sin que para tal efecto se requiera desistimiento expreso por escrito;

B. En el supuesto anterior, la Unidad Responsable reasignará los recursos a las solicitudes que cuenten con dictamen positivo y que por falta de disponibilidad presupuestal no hubieran sido consideradas.

Paso 7. Entrega de incentivos.

Se realiza la entrega del incentivo al beneficiario, previo cumplimiento de los requisitos establecidos para el pago.

En los cuatro conceptos de incentivo, en caso de que el pago se realice al proveedor el pago debe ser por cuenta y orden del beneficiario/a quien debe proporcionar carta de cesión de derechos. El beneficiario será el responsable de la aplicación del recurso para los fines autorizados y la conclusión de las obras en su caso.

Paso 8. Seguimiento

La Secretaría a través de su Unidad Responsable, de las Delegaciones, o de las Instancias Ejecutoras, son los responsables del control, seguimiento, supervisión, ejecución y desarrollo de las acciones y correcta aplicación de los recursos del Componente, así mismo deberán contar con evidencia fotográfica.

Paso 9. Verificación.

Esta etapa estará a cargo de las Delegaciones de la SAGARPA o en su caso, de las Instancias Ejecutoras y tiene por objeto verificar lo siguiente:

- La existencia de los solicitantes y que subsiste el interés del solicitante para ejecutar el proyecto.
- La existencia de la propiedad.
- Las condiciones necesarias para la ejecución del Proyecto.

Asimismo, en su caso, se realizará la verificación física del avance y conclusión de obra.

- Para los conceptos de incentivo 1.1 y para 1.2, para montos de incentivo hasta 100,000.00 MXN, se realizará la verificación de una muestra del 5% de las solicitudes autorizadas;
- Para el caso de montos de incentivo mayores a 100,000 MXN, así como para los conceptos de incentivo 1.3; y 1.4, se realizará la verificación del 100% de las solicitudes autorizadas.

Paso 10. Finiquito.

Para los conceptos de incentivo 1.3 y 1.4, una vez que se haya dado cumplimiento a las obligaciones contraídas en el instrumento jurídico, dentro de la vigencia estipulada para efectos del cierre de las acciones del mismo y que se haya verificado la conclusión de los Proyectos y la ejecución de los recursos, se debe suscribir el documento que ampare el cierre finiquito del instrumento jurídico, entre el beneficiario y la Delegación de la SAGARPA, o la Instancia Ejecutora.

El beneficiario presenta los comprobantes fiscales conforme a la normatividad aplicable. La Unidad Responsable reconoce el gasto relacionado con el proyecto, a partir de la fecha de apertura de la ventanilla.

Paso 11. Reasignación de recursos.

Se considerarán recursos disponibles para reasignar a otros proyectos/beneficiarios a aquellos asignados a proyectos autorizados y/o con Instrumento Jurídico suscrito en los que se cuente con la cancelación o desistimiento documentado, por decisión del solicitante o cualquiera de las causales señaladas en las presentes Reglas de Operación, así como aquellos en los que se presente debidamente documentada alguna disminución de precios o costos de los conceptos a pagar con los incentivos aprobados.

Actores responsables y arreglos institucionales

De acuerdo con el artículo 89 de las reglas de operación del Programa de Fomento de la Agricultura (DOF, 2017) las instancias que participan en el incentivo son:

- a) Unidad Responsable: La Dirección General de Fibras Naturales y Biocombustibles;
- b) Instancia Ejecutora: La(s) que la Unidad Responsable designe, siempre y cuando se encuentren relacionadas con el Sector Agroalimentario y cumplan con la normatividad aplicable vigente;
- c) Comité Técnico Dictaminador: Designado por la Unidad Responsable;
- d) Delegaciones estatales con las responsabilidades y atribuciones que la Unidad Responsable le designe, a través de la mecánica operativa y oficios circulares.
- e) Ventanilla: las que designe la Unidad Responsable e instancias ejecutoras, siempre y cuando se encuentren relacionadas con el Sector Agroalimentario y cumplan con la normatividad aplicable vigente;

- f) Unidad Técnica Operativa: La(s) que la Unidad Responsable designe, siempre y cuando se encuentren relacionadas con el Sector Agroalimentario y cumplan con la normatividad aplicable vigente;
- g) Instancia Dispersora de Recursos: La que la Unidad Responsable designe, siempre y cuando se encuentren relacionadas con el Sector Agroalimentario y cumplan con la normatividad aplicable vigente;
- h) Instancia Ejecutora de Gastos Asociados a la Operación, la Unidad Responsable y la que ésta designe, siempre y cuando se encuentren relacionadas con el Sector Agroalimentario y cumplan con la normatividad aplicable vigente;

Adicionalmente, el otro gran actor clave de este proceso es el productor receptor del incentivo.

Cronograma de implementación

El diagrama de flujo único de los componentes del Programa de Fomento de la Agricultura que se presenta en la Figura 15 anterior muestra el procedimiento en orden cronológico de ejecución anual del programa. No se incluyen fechas en cada uno de los pasos ya que estos dependen de la llegada de las partidas presupuestarias y de los tiempos de ejecución de cada paso.

Propuesta de mecanismo MRV para el seguimiento de la meta

En este apartado se incluye una propuesta de mecanismo de MRV para el seguimiento de los objetivos de la meta. Esta propuesta tiene como objetivo disponer de indicadores fiables de seguimiento que permitan minimizar el costo de su actualización, constituyendo un sistema de MRV de fácil gestión que permite identificar el estado de desarrollo de los objetivos específicos de la meta.

La Meta 2 se desarrolla a través de un única acción cuyo objetivo es la reducción a escala nacional del consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados. Por tanto, se propone monitorear ese parámetro a través de la información estadística aportada por FAOSTAT (FAO, 2018)²¹, como se indica en la Tabla 17 siguiente.

Tabla 17. Indicadores de MRV para la Meta 2 “Reducción del uso de fertilizantes sintéticos”

Línea	Descriptor	Indicador MRV
Línea 1	Consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados	Estadísticas sobre consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados de FAOSTAT

Este indicador es de sencilla actualización. Sin embargo, hay que destacar la ficha técnica de la solicitud del componente Mejoramiento productivo del suelo y agua (Anexo XIV) que deben rellenar todos los solicitantes del incentivo. En ella, como puede verse en la Figura 16, se recoge información muy detallada sobre costos y

²¹ Actualmente, no existen estadísticas nacionales de consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados. Tanto el INEGyCEI como este documento basan sus estimaciones en los valores aportados por la FAO. Por tanto, se ha seleccionado FAOSTAT como fuente de información para los indicadores. Sin embargo, si en un futuro se dispusiera de estadísticas nacionales se sugiere usarlas tanto para las estimaciones del INEGyCEI como para la mitigación y los indicadores MRV de avance de la meta.

beneficios, superficies, fertilizantes e incluso de reducción de emisiones. Esta información se corresponde con la propuesta de proyecto, no con la realización definitiva del mismo. Sin embargo, se podría plantear un sistema de revisión detallado a posteriori de los datos contenidos en las propuestas como mecanismo de MRV proyecto a proyecto. Este mecanismo permitiría un estudio detallado de la efectividad de la meta y de las barreras halladas en una implementación, aunque su costo de ejecución, en recursos humanos y monetarios, constituye un limitante de gran importancia.

Figura 16. Ficha técnica de la solicitud del componente mejoramiento productivo del suelo y agua

ADQUISICIÓN DE BIOINSUMOS AGRÍCOLAS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN CON PAQUETES TECNOLÓGICOS.							
Cultivo		Superficie a sembrar (ha)		Rendimiento actual (ton/ ha)		Precio medio rural (\$/ton)	
Productos a aplicar		Registro COFEPRIS		Dosis del producto a aplicar		Función del Bioinsumo	
Reducción de CO2 (ton/año)		Costo del paquete de Biofertilizantes /ha		Fabricante y distribuidor			
El biofertilizante lo complementa con fertilizante químico		En qué porcentaje (%)		Cantidad del fertilizante químico desplazado (ton/año)			
Costo de fertilización aplicando sólo fertilizante químico (\$/ha)		Costo fertilización con biofertilizantes (\$/ha)		Ahorro por ha con el uso de biofertilizante (\$)			

Fuente: Reglas de operación del Programa de Fomento a la Agricultura (DOF, 2017)

Co-beneficios

Si bien la misión principal de las medidas de mitigación es la reducción o limitación de las emisiones de GEI, no deben olvidarse los beneficios asociados a la implementación de estas medidas.

La identificación de los co-beneficios de esta meta se ha llevado a cabo a través de un sistema mixto: i) sociabilización con los actores clave para la recogida de sus ideas y ii) la identificación directa por el equipo de consultores de co-beneficios asociados.

En la Tabla 18 se recogen los co-beneficios específicos de esta meta. Esta tabla ha sido elaborada por el equipo consultor basado en su experiencia y en función de los insumos recibidos de los actores clave.

Destaca en esta meta el potencial de beneficios económicos directos del productor a través de la reducción de los costos y el aumento de la productividad y calidad. Asimismo, tiene una serie de impactos importantes en la calidad de los ecosistemas limitando la nitrificación de las aguas y mejorando los suelos. Finalmente, de manera global hay una serie de beneficios indirectos económicos y para la salud.

Tabla 18. Co-beneficios específicos de la Meta 2

ID	Co-beneficio	Descripción	Tipo	Valor
2.1	Mejora de la productividad y calidad	De acuerdo con los productores, el uso de biofertilizantes les ha permitido incrementos de al menos un 15% en la productividad y mayor calidad de productos lo que se traduce en mejores precios de venta.	Seguridad alimentaria	+4
2.2	Mayores ingresos para los productores	Reducción de los costos de producción de los productores y aumento de la producción, lo que se traduzca en mayores ingresos para los productores por el uso de estas nuevas tecnologías.	Economía	+4
2.3	Mejora de los suelos agrícolas	Se espera frenar la pérdida de la fertilidad de los suelos mediante el uso de técnicas y métodos de bajo impacto ambiental (uso de biofertilizantes, mejoradores del suelo, abonos orgánicos y la construcción de drenajes) y a largo plazo recuperar la fertilidad de los suelos.	Ecosistemas	+3
2.4	Disminución de la nitrificación de las aguas	La reducción del consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados da lugar a una menor lixiviación del nitrógeno y, por tanto, una menor acumulación en mantos freáticos y cursos de agua cercanos.	Ecosistemas	+3
2.5	Mejora de la base tecnológica y aumento de la resiliencia	Este programa permite a los productores acceder y hacer comercialmente viables nuevas tecnologías (uso de biofertilizantes y abonos orgánicos), haciéndolos menos dependientes del uso de fertilizantes sintéticos.	Seguridad alimentaria	+2
2.6	Mejora de la accesibilidad al uso de tecnologías	El uso de biofertilizantes es más accesible por simplicidad y costos, dado que no requieren equipos especializados. Esto aumenta la independencia de los productores al no ser tan dependientes de ciertas tecnologías.	Igualdad	+2
2.7	Menor costo en la importación de productos	La disminución del uso de fertilizantes sintéticos nitrogenados reducirá el déficit comercial, dado que gran parte de estos fertilizantes deben importarse y los producidos en México dependen en gran medida de la importación de materias primas.	Económico	+1
2.8	Reducción del uso de agroquímicos	Adicionalmente a la reducción del uso de fertilizantes sintéticos, se logra una reducción del uso de agroquímicos, ya que los biofertilizantes contienen microorganismos que controlan o inhiben plagas y enfermedades. Por tanto, se reduce el contacto de los productores con estos productos y las enfermedades que esto conlleva.	Salud	+1

Nota: Estos co-beneficios recogen las opiniones de los actores clave, expertos del sector y las aportaciones del equipo consultor.

Análisis de la factibilidad de la meta

El desarrollo de esta meta se enmarca en las actividades del Programa de Fomento de la Agricultura que lleva en operación desde 2014. Este programa ha venido desarrollando con éxito el uso de biofertilizantes desde su inicio en 2014, fortaleciéndose a partir de 2017. La regla da subsidios a los productores durante un plazo de 3 años, alcanzándose una gran resiliencia dentro del programa²². Hasta mediados de 2017, el programa ha logrado implantar exitosamente 230 proyectos de bioinsumos, mejoradores de suelo, proyectos integrales de producción de compostas, lombricompostas y biofertilizantes, así como drenaje en terrenos agrícolas (SAGARPA, 2017).

Dado que la meta sólo plantea una continuación del mismo tipo de acciones, la factibilidad técnica, económica, de capacidades y de arreglos institucionales de la meta ha sido ya demostrada a través del éxito del anterior programa, si bien, la implementación de esta nueva fase deberá tener en cuenta las lecciones aprendidas del anterior programa para mejorar la eficiencia del mismo.

²² Comunicación directa con los expertos de la D.G. de Fibras Naturales y Biocombustibles de SAGARPA.

Meta 3. Agricultura de conservación

Nombre de la meta

El nombre completo de la meta es “Agricultura de conservación”. Esta meta está fuertemente relacionada con dos de las metas incluidas en el documento de Narrativas bajo los nombres de “Disminución de quema de residuos de cosechas en campo en superficies agrícolas con asistencia técnica en los siete estados del país con mayor generación de residuos” y “Agricultura de conservación”.

La meta se desarrolla a través de 2 acciones: “Reducción de la quema de residuos en el campo e incorporación de residuos al campo” y “Prácticas de conservación de los suelos en cultivos”²³.

Se ha optado por utilizar el nombre de “Agricultura de conservación” para el conjunto de la meta, pese a que en las Narrativas se empleaba sólo para la parte de laboreo, ya que en México se entiende por agricultura de conservación tanto la incorporación del residuo como el laboreo reducido. Consecuentemente, a la antigua medida de “agricultura de conservación” se la ha renombrado como Prácticas de conservación de los suelos en cultivos” que especifica más claramente las acciones a realizar.

Narrativa de la meta

Esta meta se integra dentro de las acciones que se realizan en el programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro). MasAgro es un programa transexenal que inició en 2010 y culminará en 2020, para promover investigación y desarrollo rural, financiado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación de México (SAGARPA) y ejecutado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) que promueve una intensificación sustentable de la producción de maíz y trigo en México. MasAgro desarrolla investigación y capacidades dirigidas a incrementar la rentabilidad y estabilidad de los rendimientos en pequeños y medianos productores de temporal, principalmente. El Programa también busca aumentar el ingreso de los agricultores y la sustentabilidad de sus sistemas de producción mediante esquemas de investigación colaborativa, el desarrollo y la difusión de variedades de semillas adaptadas, y de tecnologías y prácticas agronómicas sostenibles.

Uno de los ejes de MasAgro es la promoción de la agricultura de conservación en las áreas acogidas al programa. La Agricultura de Conservación incluye tres conceptos para hacer la agricultura más sustentable: cobertura del suelo, labranza reducida y diversificación de cultivos. La gran variabilidad en la agroecología en México crea la necesidad de adaptar estos tres conceptos a las condiciones locales. En México la agricultura de conservación se articula a través de 3 principios:

²³ Dentro de las acciones realizadas bajo el marco de la agricultura de conservación se incluye también la rotación de los cultivos. Sin embargo, en la metodología de IPCC, esta medida no tiene un efecto directo en las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo cual no se desarrolla como una línea en este documento.

1. Mínimo movimiento del suelo: La labranza cero es ideal, pero el sistema puede implicar una labranza controlada en la que no se altera más del 20 al 25% de la superficie del suelo.
2. Retención de residuos de cultivos u otra cobertura de la superficie del suelo: Muchas definiciones de agricultura de conservación usan 30% de cubierta orgánica permanente del suelo como mínimo, pero el nivel ideal de cobertura del suelo es específico para cada sitio.
3. Uso de rotaciones de cultivos: La rotación de cultivos ayuda a reducir la acumulación de malezas, plagas y enfermedades. Cuando los agricultores no tienen suficiente tierra para rotar los cultivos, se pueden utilizar cultivos intercalados. Las legumbres se recomiendan como cultivos de rotación por sus funciones de fijación de nitrógeno.

Responsable de la meta

La Dirección General de Productividad y Desarrollo Tecnológico de SAGARPA, con el apoyo del CIMMYT, es la responsable del programa MasAgro que desarrolla esta meta.

Descripción de la meta

Esta meta se articula a través de dos líneas de actuación:

- Línea 1: Reducción de la quema de residuos en el campo e incorporación de residuos al campo
- Línea 2: Prácticas de conservación de los suelos en cultivos

Asimismo, se consideran 3 escenarios en función de su nivel de ambición:

- Mínimo: En línea con la ambición actual expresada por el actor clave²⁴.
- Medio: Mantiene la ambición de reducción de quema de residuos (línea 1) del escenario mínimo, pero aumenta la superficie con prácticas de conservación de los suelos a 2 millones de hectáreas.
- Ambicioso: Mantiene la ambición de reducción de quema de residuos (línea 1) del escenario mínimo pero aumento la superficie con prácticas de conservación al total de la superficie bajo MasAgro (4 millones de hectáreas).

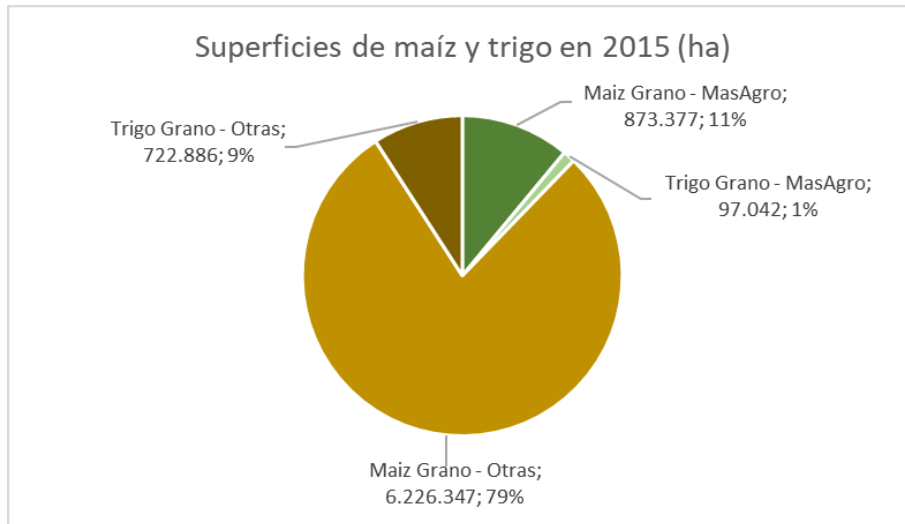
Línea 1: Reducción de la quema de residuos en el campo e incorporación de residuos al campo

Esta línea pretende aumentar el porcentaje de residuos de cosecha incorporados al suelo, dentro de los predios del área de impacto del programa MasAgro, principalmente en cultivos de maíz y trigo. Este escenario asume que las superficies con esta práctica de cultivo aumentarán en el periodo proyectado desde las 970,419 ha (2015) a 4,000,000 ha (2030), las cuales permanecen constantes hasta 2050.

²⁴ Comunicación directa con los expertos de la D.G. de Productividad y Desarrollo Tecnológico y el CIMMYT.

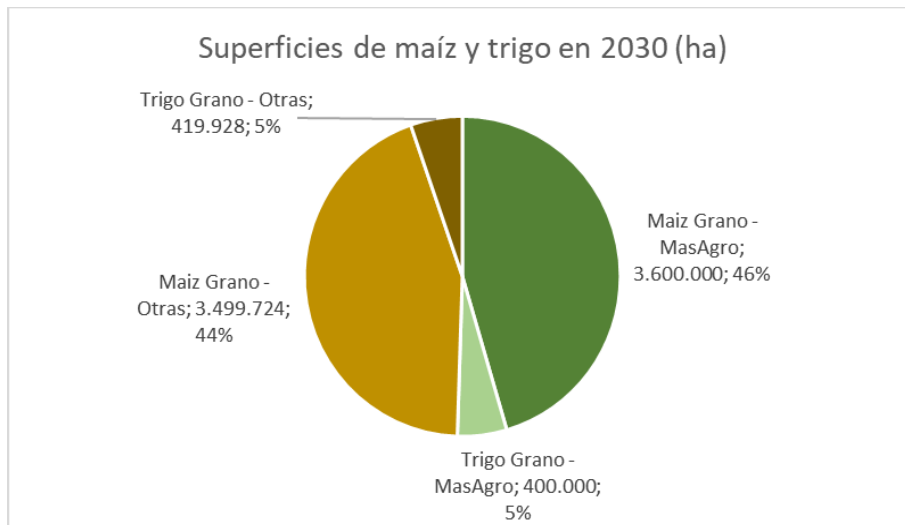
La Figura 17 y la Figura 18 muestran la estructura de las superficies cultivadas con trigo y maíz en México, incluyendo su pertenencia o no al programa MasAgro. En dichas figuras puede verse la ambición de ampliar la superficie cubierta por el programa MasAgro.

Figura 17. Superficies de maíz y trigo en 2015



Fuente: Herramienta de mitigación del sector agropecuario (Mayahuel)

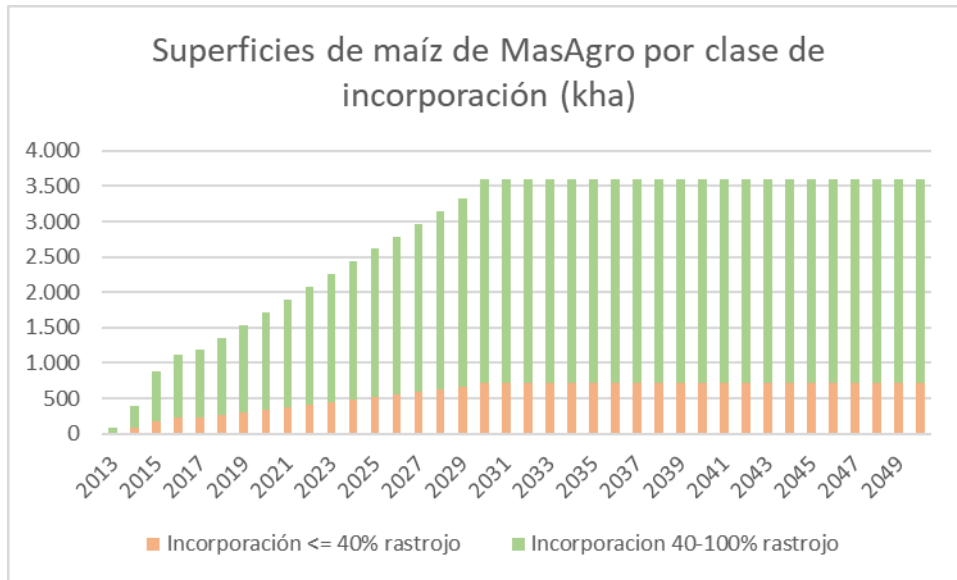
Figura 18. Superficies de maíz y trigo en 2030



Fuente: Herramienta de mitigación del sector agropecuario (Mayahuel)

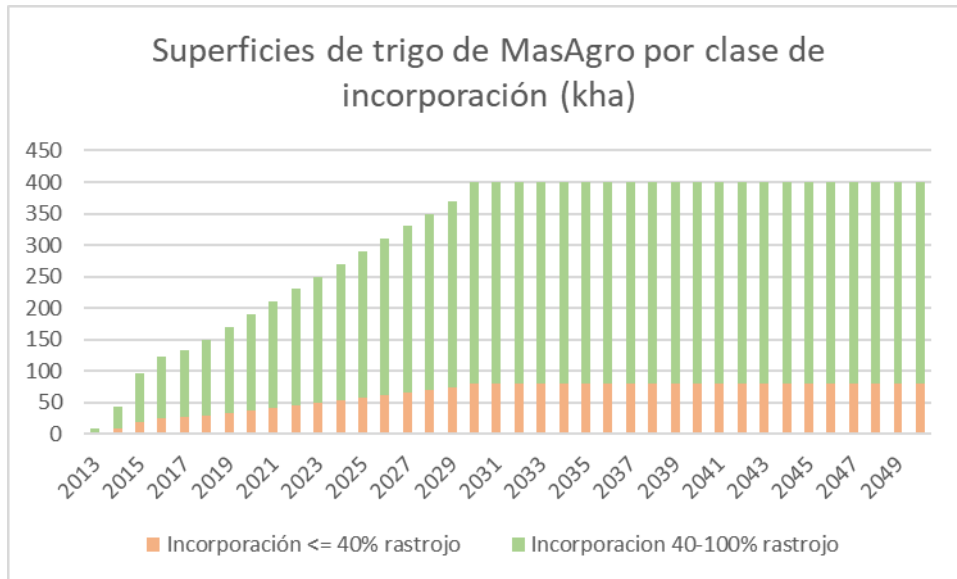
Asimismo, se propone modificar el destino de los cultivos pasando del uso tradicional que incluye la quema de rastrojos a un manejo que fomenta la incorporación de los residuos al suelo y elimina la quema. En la Figura 19 y la Figura 20 se muestran las superficies por porcentaje de incorporación de los residuos al campo aportadas por SAGARPA como propuesta para contribuir con esta meta.

Figura 19. Superficies de maíz de MasAgro por clase de incorporación



Fuente: Herramienta de mitigación del sector agropecuario (Mayahuel)

Figura 20. Superficies de trigo de MasAgro por clase de incorporación



Fuente: Herramienta de mitigación del sector agropecuario (Mayahuel)

Como puede observarse en las figuras anteriores, en las áreas de MasAgro, no todo el residuo se incorpora en el campo, sino que parte es retirado. Para estimar el residuo incorporado se han tomado dos marcas de clase para las dos categorías de incorporación recogidas en la ambición: Incorporación <= 40% rastrojo (marca de clase 20%) e Incorporación 40-100% rastrojo (marca de clase 70%). Esto resulta en que el 60% de los residuos de cultivos se incorporan al campo y un 40% es retirado, ya sea manualmente o a través de un pastoreo.

Línea 2. Prácticas de conservación de los suelos en cultivos

El componente principal de esta línea es aumentar la superficie cultivada de maíz y trigo que presenta prácticas de conservación de los suelos²⁵ que favorecen la fijación de carbono en el depósito de carbono orgánico del suelo y la mejora de las condiciones del suelo agrícola²⁶.

La ambición es aumentar la superficie bajo estas prácticas de las 80,645 ha de 2015 a 678,230 ha (escenario mínimo), 2,000,000 ha (escenario medio) y 4,000,000 ha (escenario ambicioso) en 2030. Esta línea no presenta una ambición adicional para el periodo 2030-2050, por tanto, se asume que esta superficie permanece constante durante este periodo.

En el documento “Labranza de conservación” de SAGARPA se definen las distintas prácticas realizadas en México:

²⁵ Estas prácticas también se conocen como “labranza de conservación”.

²⁶ Según la publicación SAGARPA () Labranza de conservación se define la labranza de conservación como “un sistema de laboreo que realiza la siembra sobre una superficie del suelo cubierta con residuos del cultivo anterior, con lo cual se conserva la humedad y se reduce la pérdida de suelo causada por la lluvia y el viento en suelos agrícolas con riesgo de erosión. Con esta práctica se incrementa la capacidad productiva del suelo, se aumentan los rendimientos y se reducen los costos de producción. Este sistema mantiene por lo menos un 30% de la superficie del suelo cubierta con residuos de cultivos (rastreo) después de la siembra.”

Tabla 19. Tipos de prácticas de conservación de suelos



Labranza en camellones: El suelo se laborea hasta poco antes de la siembra; utilizando escardillo o removedores de residuos, se laborea aproximadamente un tercio de la superficie del terreno en el momento de la siembra. La siembra se hace en bordes o camellones de una altura entre 10 y 15 cm. El control de malezas se realiza con una combinación de escardas y herbicidas; las labores de cultivo se utilizan para reconstruir los bordes.



Labranza en franjas: El suelo se deja sin laborear hasta antes de la siembra. Al momento de sembrar se laborean franjas aisladas del suelo, aproximadamente de un tercio de la superficie del terreno, con arado rotatorio, un cincel en el surco de siembra o un escardillo. El control de malezas se realiza mediante herbicidas y escardas.



Labranza de cobertera: En esta modalidad se laborea la superficie total del suelo antes de la siembra. Se utilizan cinceles con puntas en V del tipo de pata de ganso (cincel de asadas). El control de malezas se realiza mediante una combinación de herbicidas y escardas.



Labranza cero o no-labranza: No se disturba o laborea la superficie total del suelo antes de la siembra. La siembra se realiza con implementos que cortan los residuos de cosecha y depositan la semilla en una proporción del terreno no mayor de 7cm de ancho. El control de malezas se realiza con aplicaciones de herbicidas.

Fuente: SAGARPA (2015) Labranza de conservación

Objetivo combinado de ambas líneas

Pese a que las estimaciones se hacen por separado para las dos líneas, es importante destacar que los beneficios de la meta son globales y se deben a la interacción de ambas líneas. Así pues, pese a que la incorporación de residuos al campo pueda tener un efecto negativo en las emisiones debido a la mayor presencia de nitrógeno en el campo y, por tanto, una mayor posibilidad de volatilización, esta misma presencia de cultivos contribuye a aumentar el sumidero de las prácticas de conservación de los suelos que se contabiliza en la línea 2.

Formulario de la meta

En este apartado se incluye el formulario de recogida de información de las acciones de mitigación correspondiente a esta meta en su estado actual de recogida de datos.

Tabla 20. Formulario de la meta Agricultura de conservación

Nombre de la acción de mitigación	Agricultura de conservación <ul style="list-style-type: none"> Línea 1: Reducción de la quema de residuos en el campo e incorporación de residuos al campo Línea 2: Prácticas de conservación de los suelos en cultivos
Objetivo	<p>Línea 1: Aumentar el porcentaje de residuos de cosecha incorporados al suelo, dentro de los predios del área de impacto del programa MasAgro, principalmente en cultivos de maíz y trigo. Este escenario asume que las superficies con esta práctica de cultivo aumentarán en el periodo proyectado desde las 970,419 ha (2015) a 4,000,000 ha (2030).</p> <p>Línea 2: Aumentar la superficie cultivada de maíz y trigo que realizan prácticas de conservación de los suelos de las 80,645 ha bajo estas prácticas en 2015 a 678,230 ha en 2030.</p>
Entidad responsable	SAGARPA
Tipo de entidad	Gobierno Federal
Área responsable	Dirección General de Productividad y Desarrollo Tecnológico con el apoyo del CIMMYT
Información de contacto	Israel Lorenzo Felipe Email: israel.lorenzo@sagarpa.gob.mx Tel: 5160 1412
Sector	Línea 1: Agricultura (cultivos) Línea 2: USCUSS
Categorías afectadas	<p>Línea 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> Emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados (3C4) - N en residuos agrícolas (3C4d) Emisiones del quemado de biomasa en Tierras de cultivo (3C1b) Emisiones indirectas de N₂O de los suelos gestionados (3C5) - Lixiviación y escorrentía (3C5b) <p>Línea 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tierras de cultivo que permanecen como tales en el depósito de carbono orgánico del suelo (COS)
Meta del NDC en la que se integra	Agricultura de conservación
Gases afectados (CO₂, CH₄, N₂O, Otros)	CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O
Fecha de inicio de implementación (año)	2010
Fecha de fin de implementación (año)	2030
Estado	Implementada
Escenario de proyecciones	WEM
Políticas asociadas (lista)	ENCC 2013 Programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro)
Tipo (principal) de instrumento	Económico
Reducción de emisiones por año (t CO₂eq)	Escenario mínimo: 257 kt CO ₂ eq en 2030 Escenario medio: 1,273 kt CO ₂ eq en 2030 Escenario ambicioso: 2,697 kt CO ₂ eq en 2030

Parámetros para el cálculo de la mitigación	<p>Línea 1: Superficie cultivada de trigo y maíz dentro y fuera del programa MasAgro (ha) Rendimiento por hectárea de los cultivos (kg m.s./ha) Destino de los cultivos en MasAgro y fuera de MasAgro (retirada, quema o incorporación)</p> <p>Línea 2: Superficie por práctica de conservación del suelo (ha) COS de referencia para los cultivos (t C/ha)</p>
Interacciones con otras medidas	No
Indicadores de control (MRV)	<ul style="list-style-type: none"> • Estadísticas de superficie (ha) de trigo y maíz apoyadas por MasAgro • Encuestas o estudio para determinar el destino (%) de los residuos de los cultivos en las superficies apoyadas por MasAgro • Estadísticas de la superficie (ha) bajo laboreo de conservación por tipo de práctica • Encuestas o estudio que mida los cambios entre distintos tipos de laboreo de conservación y el porcentaje de superficie que vuelve a un laboreo tradicional
Costo (MXN, USD...)	277,873,072 MXN
Información adicional sobre los costos	Costo unitario: 1,081.22 MXN/t CO ₂ eq La información disponible es muy escasa y su adecuación a la meta incierta, por lo que se sugiere tomar los datos de costos con precaución.
Medida de adaptación	<i>Sí (más información en el apartado de adaptación)</i>
Co-beneficios asociados (lista)	<i>Véase apartado de co-beneficios</i>
Descripción de los co-beneficios	<i>Véase apartado de co-beneficios</i>
Barreras a la ejecución (lista)	<i>Véase apartado de barreras, oportunidades y necesidades</i>
Plan de implementación/Pruebas piloto	Programa MasAgro
Necesidades del sector (lista)	<i>Véase apartado de barreras, oportunidades y necesidades</i>
Descripción de la acción de mitigación	<p>Aumentar las superficies agrícolas que emplean agricultura de conservación, así como incrementar el porcentaje de residuos de cosecha incorporados al suelo dentro de las superficies agrícolas en México, principalmente en el marco del programa MasAgro que apoya a superficies de maíz y trigo</p> <p>Aumentar la superficie cultivada de maíz y trigo que realizan prácticas de conservación de los suelos para favorecer la fijación de carbono en el depósito de carbono orgánico del suelo y mejorar de las condiciones del terreno.</p> <p>La ambición es pasar de las 80,645 ha bajo estas prácticas en 2015 a 678,230 ha en 2030. Esta línea no presenta una propuesta adicional para el periodo 2030-2050, por tanto, se asume que esta superficie permanece constante durante este periodo.</p> <p>Esta línea pretende aumentar el porcentaje de residuo incorporado al suelo, principalmente dentro de las superficies del programa MasAgro.</p> <p>Esta acción pretende que las superficies de MasAgro aumenten en el periodo proyectado desde las 970,419 ha de 2015 a 4,000,000 ha en 2030 que permanecen constantes hasta 2050.</p> <p>Asimismo, se propone modificar el destino de los cultivos pasando del uso tradicional que incluye la quema de rastrojos a un manejo que fomenta la incorporación al suelo y elimina la quema.</p>
Documento(s) de referencia	<p>(CEMDA, 2016) (CIMMYT, 2017) (INECC, 2017) (INECC, 2015) (SAGARPA, 2013) (SAGARPA, 2016) (SEMARNAT, 2013) (Vela Correa, López Blanco, & Rodríguez Gamiño, 2012)</p>

Potencial de mitigación

El componente principal de esta meta específica es la promoción de la agricultura de conservación en las superficies donde opera el programa MasAgro, así como la incorporación de nuevas superficies de cultivos de maíz y trigo a este programa.

Esta meta se articula a través de dos líneas de actuación:

- Línea 1: Reducción de la quema de residuos en el campo e incorporación de residuos al campo
- Línea 2: Prácticas de conservación de los suelos en cultivos

La gestión de los cultivos es una fuente de emisiones en varias de las categorías del INEGyCEI. La línea 1 tiene un efecto en las emisiones de las siguientes categorías del IPCC del sector Agricultura:

- Emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados (3C4)
 - N en residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluidos los cultivos fijadores de N y de forrajes durante la renovación de las pasturas (3C4d)
- Emisiones del quemado de biomasa en Tierras de cultivo (3C1b)
- Emisiones indirectas de N₂O de los suelos gestionados (3C5)
 - Lixiviación y escorrentía (3C5b)

Asimismo, la línea 2 tiene un efecto que se reporta dentro del sector USCUS, en particular dentro de la categoría:

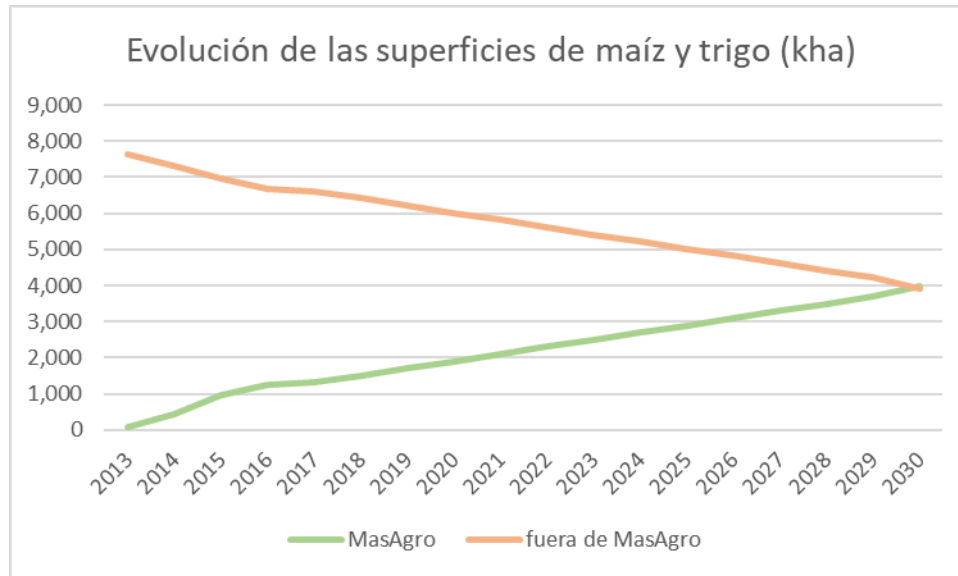
- Tierras de cultivo que permanecen como tales en el depósito de carbono orgánico del suelo (COS)

Variables de Actividad

Línea 1

La línea 1 tiene como variables de actividad la superficie de maíz y trigo total, desagregada entre la superficie incluida y no incluida en el programa MasAgro. La información de base sobre superficies ha sido aportada por la Dirección General de Productividad y Desarrollo Tecnológico. La línea base asume que no hay ninguna nueva incorporación a las superficies ya apoyadas MasAgro en 2015. En la Figura 21 siguiente se muestran las superficies incluidas en MasAgro en el escenario con la meta. El objetivo de la meta es pasar de las 970,419 ha apoyadas por MasAgro en 2015 a 4 millones de hectáreas en 2030 en todos los escenarios de mitigación.

Figura 21. Evolución de las superficies de maíz y trigo



Fuente: Herramienta de mitigación del sector agropecuario (Mayahuel)

Línea 2

El objetivo de la línea 2 afecta a la superficie bajo prácticas de conservación de los suelos. El escenario base asume que se mantienen las 71,325 ha existentes en 2015. El escenario con medida asume un incremento de estas superficies hasta alcanzar las 598,230 ha (escenario mínimo), 2,000,000 ha (escenario medio) y 4,000,000 ha (escenario ambicioso) en 2030.

Las prácticas de laboreo identificadas son las siguientes:

- Laboreo tradicional
- Labranza en camellones
- Labranza en franjas
- Labranza en cobertera
- Labranza cero

Las prácticas de laboreo de conservación mejoran el contenido de carbono de los suelos pasando de un estado de equilibrio inicial, usualmente degradado por las prácticas convencionales, a un estado de equilibrio mejorado. Las Directrices 2006 de IPCC (IPCC, 2006) proponen un periodo por defecto de 20 años para realizar esta transición. Una vez alcanzado este estado de equilibrio mejorado, la continuación de la práctica no supone una mejora adicional del suelo. Por tanto, tras 20 años de efecto sumidero del suelo, no se obtiene una mejora en la calidad del suelo por el uso de la práctica. Por el contrario, un retorno a las prácticas tradicionales conllevaría una pérdida de C y, por tanto, una emisión. Por tanto, la metodología Tier 2 de las

Directrices 2006 de IPCC toma como variable de actividad la superficie acumulada en transición de los últimos 20 años.

Parámetros de estimación y factores de emisión

Línea 1

Para la estimación de las emisiones de la línea 1, se utiliza la metodología, parámetros y factores de emisión recogidos en las Directrices 2006 de IPCC (IPCC, 2006) que se corresponden con los usados en el INEGyCEI (INECC, 2018) y la línea base del sector agropecuario (INECC, 2017). En la siguiente Tabla 21 se muestran los parámetros de estimación para el maíz y el trigo.

Tabla 21. Parámetros de estimación para el maíz y el trigo

CULTIVO	Fracción de materia seca	Frac _{Renov}	C _f	N _{AG}	R _{BG-BIO}	N _{BG}	AG _{DM}	
	Tabla 11.2	Ecuación 11.6	Tabla 2.6	Tabla 11.2	Tabla 11.2	Tabla 11.2	slope	Intercept
Maíz Grano	0.87	1.00	0.9	0.006	0.22	0.007	1.03	0.61
Trigo Grano	0.89	1.00	0.9	0.006	0.24	0.009	1.51	0.52

Fuente: Directrices 2006 de IPCC (IPCC, 2006), tabla 11.2; salvo C_f del maíz (Santiago-De La Rosa, y otros, 2018)

Nota: Frac_{Renov} (fracción de la superficie total dedicada al cultivo T que se renueva anualmente), C_f (factor de combustión), N_{AG} (contenido de N de los residuos aéreos), R_{BG-BIO} (Relación residuos subterráneos / biomasa aérea), N_{BG} (Contenido de N de residuos subterráneos), AG_{DM} (Materia seca de los residuos aéreos).

El destino de los cultivos asumido para la línea base y el escenario con meta se muestra en la Tabla 22. No existen estadísticas sobre los porcentajes de destino de los residuos. Por tanto, se ha obtenido del juicio de experto por parte de SAGARPA.

Tabla 22. Destino de los residuos en la línea base y el escenario con meta

Destino	Línea base	Escenario con meta para superficies MasAgro
Incorporación	5%	60%
Quema	10%	0%
Retirada	85%	40%

Fuente: Comunicación directa de la SAGARPA.

En la siguiente Tabla 23 se muestran los factores de emisión de la quema de residuos de cultivos usados en la estimación y que han sido tomados del INEGyCEI.

Tabla 23. Factores de emisión para la quema de residuos

Cultivo	GEI	FE (g/kg m.s. quemada)	PCG	FE CO ₂ eq (t CO ₂ /t m.s. quemada)	Unidad
Maíz	CH ₄	2,09	28	0,06	biomasa seca quemada
	BC _{2.5}	0,18	NA	NA	biomasa seca quemada
	N ₂ O	0,07	265	0,02	biomasa seca quemada
Trigo	CH ₄	1,61	28	0,05	biomasa seca quemada
	BC _{2.5}	0,24	NA	NA	biomasa seca quemada
	N ₂ O	0,07	265	0,02	biomasa seca quemada

Fuente: INEGyCEI de México (INECC, 2018).

En la Tabla 24 se muestran los factores de emisión empleados en la estimación de las otras emisiones debidas a la línea 1 tomados de las Directrices 2006 de IPCC.

Tabla 24. Factores de emisión de los residuos de cultivos

Factor de emisión	Valor	Unidad
F _{CR} : N en los residuos de cultivos	0.01	t N ₂ O-N/t N
Fracción de todos los aportes de N en los suelos gestionados que se pierde a través de lixiviación y escorrentía	0.3	t N/t N
Factor de emisión de N ₂ O para la lixiviación y escorrentía	0.0075	t N ₂ O-N/t N

Fuente: Directrices 2006 de IPCC (IPCC, 2006).

Línea 2

La estimación del efecto sumidero de la línea 2 no está actualmente contabilizado en el INEGyCEI de México (INECC, 2018). Para estimar su valor se ha empleado la metodología de cambios de stock de carbono contenida en las Directrices 2006 de IPCC (IPCC, 2006) a nivel de Tier 2 y utilizando un enfoque de representación de las tierras de nivel 2.

Para poder aplicar este método se han realizado los siguientes supuestos que han sido validados por el actor clave:

- 1) Todo incremento de superficie de cultivos con laboreo de conservación proviene de tierras anteriormente en "laboreo tradicional"
- 2) Una vez que se realiza el cambio a un laboreo de conservación, ese área continua en la misma práctica

3) Las prácticas de conservación apoyadas por MasAgro comenzaron en 2010²⁷

En primer lugar, dado que se carece de un COS de referencia para las Tierras de Cultivo en el INEGyCEI, se ha realizado una búsqueda bibliográfica y se ha adoptado el valor de 46.1 t C/ha proveniente de (Vela Correa, López Blanco, & Rodríguez Gamiño, 2012).

Se han asignado a cada una de las prácticas de laboreo de los suelos los parámetros de estimación requeridos en la metodología IPCC basándose en la descripción de las mismas. Estos parámetros se recogen en la Tabla 25 siguiente:

Tabla 25. Parámetros de estimación del COS por tipo de práctica de conservación de los suelos

Práctica	Uso de la Tierra (F _{LU})		Laboreo (F _{MG})		Entrada (F _I)		F _{LU} x F _{MG} x F _I
	Valor	Desc.	Valor	Desc.	Valor	Desc.	
Laboreo tradicional	0.80	Cultivos de largo plazo - Templado - Seco	1.00	Total	0.95	Bajo - Templado - Seco	0.76
Labranza en camellones	0.80	Cultivos de largo plazo - Templado - Seco	1.02	Reducido - Templado - Seco	1.00	Medio	0.82
Labranza en franjas	0.80	Cultivos de largo plazo - Templado - Seco	1.02	Reducido - Templado - Seco	1.00	Medio	0.82
Labranza en cobertera	0.80	Cultivos de largo plazo - Templado - Seco	1.00	Total	1.00	Medio	0.80
Labranza cero	0.80	Cultivos de largo plazo - Templado - Seco	1.10	Sin laboreo - Templado - Seco	1.00	Medio	0.88

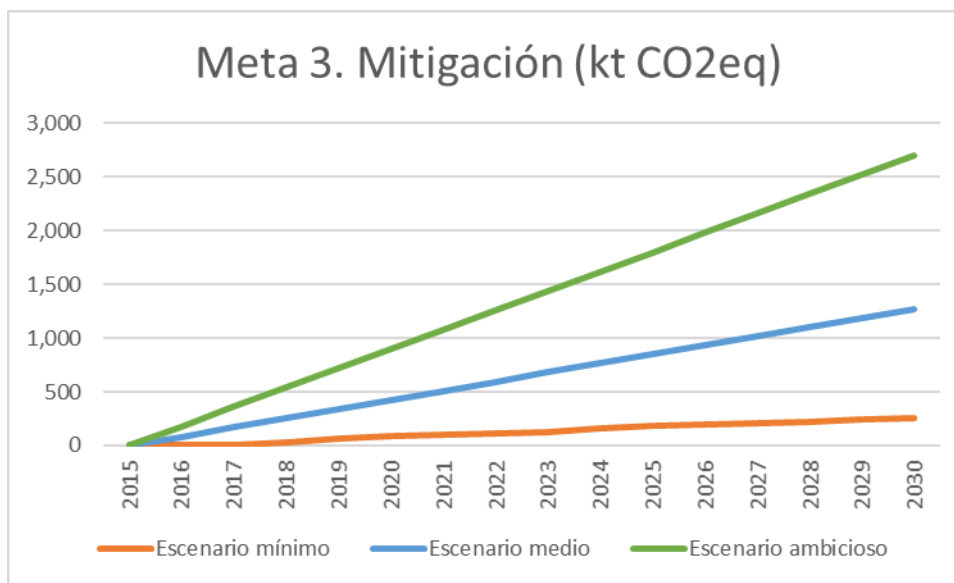
Fuente: Herramienta de mitigación del sector agropecuario (Mayahuel)

Mitigación potencial de la meta

La comparación de la línea base con el escenario con la meta permite estimar la mitigación de la misma. Como puede apreciarse en la Figura 22, la mitigación de la Meta 3 “Agricultura de conservación” presenta un aumento constante hasta 2030, alcanzando las 257 kt CO₂eq (escenario mínimo), 1,273 kt CO₂eq (escenario medio) y 2,697 kt CO₂eq (escenario ambicioso).

²⁷ En opinión de los expertos existen áreas con laboreo de conservación anteriores a 2010. Sin embargo, se considera que su superficie no es significativa.

Figura 22. Mitigación de la Meta 3



Fuente: Elaboración propia a través de la herramienta de mitigación del sector agropecuario (Mayahuel).

Adaptación

La Meta 3 “Agricultura de conservación” tiene una relación directa con la adaptación, dado que la mejora de la calidad de los suelos en las tierras de cultivo favorece la producción y, por tanto, la seguridad alimentaria.

Un análisis de las acciones de adaptación consideradas dentro del compromiso de México, así como de las sinergias de esta meta con las mismas puede encontrarse más adelante en el apartado “Adaptación y sinergias adaptación-mitigación”.

Barreras, oportunidades y necesidades

La identificación de las barreras y el análisis de las oportunidades y necesidades asociadas ha sido realizada a través de un proceso participativo y de socialización de resultados con los actores clave consistente en:

1. Elaboración de un manual sobre barreras, oportunidades y necesidades
2. Elaboración de formularios de captura de información
3. Realización de un taller explicativo y de trabajo con los actores clave para la recopilación de las barreras iniciales
4. Compilación, estudio y ampliación de las barreras iniciales, por parte del equipo consultor, incluyendo la identificación de oportunidades y necesidades
5. Presentación y sociabilización de resultados en un taller con los actores clave
6. Recepción de información adicional y comentarios por parte de los actores clave

7. Compilación final de las barreras, necesidades y oportunidades

El objetivo de este apartado es exponer las dificultades y retos a los que se enfrenta o enfrentará el implementador de la meta, no exclusivamente desde la perspectiva del cambio climático, sino también, en sus vertientes sociales, económicas, productivas y políticas.

Las barreras de carácter horizontal que afectan a todas las metas se han incluido anteriormente en la sección de “Barreras, oportunidades y necesidades” de la Meta 1.

Los resultados de este proceso para esta Meta 3 se encuentran en la siguiente Tabla 26 :

Tabla 26. Barreras para la Meta 3

Nº	Barrera	Tipo de barrera	Descripción de la barrera	Oportunidades	Necesidades identificadas
3.1	Falta de alternativas económicamente rentables para los productores	Financiera	El objetivo se considera alcanzable únicamente si se ofrecen alternativas más económicas a los productores, para incentivarlos a reducir la quema de residuos.	Reducción de costes de producción gracias a la introducción de prácticas más económicas.	Identificación o diseño de alternativas que sean rentables para los productores.
3.2	Falta de sensibilización sobre los beneficios	Sensibilización	Falta de información sobre los beneficios de la incorporación de residuos al campo.	Cambio a prácticas de producción más sostenibles.	Necesidad de generar conciencia sobre los distintos beneficios ligados a esta práctica.
3.3	Falta de capacidad económica de los productores para asumir cambios en el sistema	Socioeconómica	La situación de pobreza de muchos productores limita las posibilidades de aplicación de medidas, debido a las prioridades de corto plazo y la falta de recursos.	Reducción en los niveles de pobreza.	Identificación de estrategias que permitan superar las barreras ligadas a los niveles de pobreza, para la implementación de medidas.
3.4	Falta de una metodología y la información necesaria para la estimación de su impacto	MRV	El INEGyCEI no cuenta actualmente con la metodología que permita estimar el impacto de la medida, ni con la información necesaria al nivel de detalle requerido.	Mejoras en la metodología del INEGyCEI. Captura de la información en la bitácora electrónica de MasAgro-CIMMYT.	Desarrollo de una metodología para la estimación del impacto de esta medida. Generar la información necesaria para la estimación del impacto.
3.5	Plagas y enfermedades en los cultivos	Ecológica	La prevalencia de plagas y enfermedades podría afectar la capacidad de incorporar los residuos de las cosechas al campo.	Desarrollo de opciones para el control de las plagas en el campo.	Establecimiento de medidas para el control de plagas. Capacitar a los agricultores en el tema de manejo integrado de plagas y enfermedades
3.6	Falta de inclusión de todos los actores clave	Marco Institucional y regulatorio	No hay una inclusión directa en la toma de decisiones y en la implementación de las instituciones ambientales, de financiamiento, investigadores multidisciplinarios ONG y comisariados ejidales.	Asegurar la sostenibilidad de la medida, mediante el involucramiento y apropiación de todos los actores clave, incluyendo las instituciones que podrían financiar la medida.	Inclusión en la toma de decisiones de todos los actores clave.
3.7	Problemas al acceso a incentivos a la producción	Financiera	Algunas instituciones utilizan procedimientos burocráticos complejos que dificultan el acceso universal a los incentivos, por parte de los productores.	Mejorar el acceso de los productores a las ayudas, promoviendo el desarrollo agrícola sostenible.	Revisar y simplificar los procedimientos administrativos
3.8	Falta de información estadística	Capacidad	Existen importantes carencias de información sobre la mayor parte de las variables de actividad y parámetros necesarios para la estimación del impacto de esta meta (superficies bajo prácticas de conservación, los destinos de los residuos de los cultivos...).	Mejoras en la estimación del impacto de la medida.	Generar la información necesaria para la estimación del impacto.

Nº	Barrera	Tipo de barrera	Descripción de la barrera	Oportunidades	Necesidades identificadas
3.9	Problemas en el acceso a semillas adaptadas a la agricultura de conservación	Técnica	El acceso a las semillas adaptadas a la agricultura de conservación y la información sobre semillas de los agricultores no son sencillas.		Continuar la investigación y desarrollo tecnológico que se ha iniciado en MasAgro para el desarrollo de ensayos y viveros híbridos de maíz, trigo, cebada y triticale con productores para generar alternativas de semillas.
3.9	Falta de mayor participación del sector privado	Sensibilización	Se requiere la participación del sector privado, para la implementación de estas prácticas, pues gran parte de la superficie es agricultura comercial bajo agricultura de contrato.	Promoción de prácticas sustentables mediante mecanismos como condicionar la compra de los granos. Esta barrera está ligada a la barrera 3.2.	Promover la participación del sector privado.
3.10	Falta de sensibilización que permita cambios en prácticas y comportamiento	Sensibilización	Para que el objetivo sea alcanzable se requiere de un trabajo de sensibilización en campo, con el objetivo de cambiar las prácticas y costumbres de los productores.	Cambio en el comportamiento de los productores, para una producción más sostenible.	Necesidad de sensibilización de los productores.
3.11	Falta de un sistema de MRV	MRV	Actualmente no se realiza una revisión sistemática del desarrollo de las acciones, si bien el CIMMYT realiza algún seguimiento.	Establecimiento de un sistema MRV que permita establecer el impacto de la medida.	Diseñar un sistema de MRV
3.12	Faltan de acceso a la tecnología requerida	Técnica	El acceso de semillas adaptadas a la agricultura de conservación, así como la falta de maquinaria de bajo coste y la falta de manejo eficiente de rastrojos en el suelo, dificultan la implementación de la medida.	Reducción de los costes de producción. Cambio hacia una producción más sustentable.	Mejorar el acceso de los productores a las semillas, maquinaria y prácticas compatibles con la agricultura de conservación.
3.13	Continuidad del programa MasAgro	Institucional	El acuerdo de colaboración de SAGARPA-CIMMYT sólo cubre el periodo 2010-2020, por lo que no está asegurada su continuidad.	Resiliencia del personal y los conocimientos adquiridos, así como mejora continua del proyecto.	Se requiere asegurar la continuidad de las acciones que ejecuta el programa MasAgro hasta 2030.
3.14	Ampliación de las prácticas de agricultura de conservación a otros cultivos	Institucional	El programa MasAgro sólo cubre los cultivos de maíz y trigo, no incluyendo gran parte del área de cultivos de México.	Incremento de la meta de México para reducir aún más la quema de residuos de cosecha y mejorar la calidad de los suelos agrícolas.	Desarrollar incentivos específicos en las Reglas de Operación de SAGARPA, para fomentar la agricultura de conservación en diversos cultivos y en áreas de interés. Esto requerirá un estudio específico de las prácticas a realizar en los mismos, así como capacitación de los agricultores.

Nota: Las barreras, necesidades y oportunidades aquí incluidas recogen las opiniones de los actores clave y expertos del sector validadas a través de 2 talleres de sociabilización y normalizadas por el equipo consultor.

Costos, costo-beneficio y financiación

MasAgro es un proyecto de investigación y desarrollo rural de la SAGARPA, implementado por el CIMMYT, que promueve una intensificación sustentable de la producción de maíz y trigo en México. De acuerdo con el convenio que rige el programa MasAgro, SAGARPA es quien aporta los recursos financieros necesarios para que se ejecuten los proyectos, y en la medida de lo posible, propicia las facilidades de instalación física y apoyo logístico. Por ello, esta Secretaría tiene la facultad de supervisión y vigilancia de la ejecución de todos los proyectos. Por su parte, el CIMMYT debe ejercer los recursos para la realización de los objetivos de los proyectos.

El programa cuenta con cuatro componentes:

- MasAgro Biodiversidad: que estudia y caracteriza la diversidad genética del maíz y del trigo para aprovecharla en programas de mejoramiento convencional.
- MasAgro Maíz: Promueve el desarrollo sostenible de los productores de maíz, tanto de grano como de semillas, mediante el mejoramiento participativo de maíces nativos y el desarrollo de semilla híbrida mejorada por métodos convencionales.
- MasAgro Trigo: Desarrolla líneas de investigación fisiológica y genética complementarias para mejorar la estructura del trigo, aumentar su capacidad de adaptación climática y su resistencia enfermedades, e incrementar su potencial de rendimiento.
- MasAgro Productor: Desarrolla una estrategia de intensificación sustentable de la producción de maíz, trigo y granos asociados mediante redes de innovación compuestas por plataformas de investigación, módulos demostrativos y áreas de extensión donde se evalúan, desarrollan y adaptan tecnologías y prácticas agronómicas sostenibles.

El plan de implementación de la meta supone una continuidad de los trabajos que se vienen realizando. Por tanto, el cálculo del futuro costo de implementación se basa en los costos observados en años anteriores. En base a las líneas establecidas para la meta 3, se ha decidido que el cálculo de los costos para la meta se enfocará en los costos asociados con el componente MasAgro Productor, por ser el componente que se enfocan en la promoción de las prácticas sustentables a nivel de la finca.

Sin embargo, durante esta consultoría, no se ha recibido ha podido aclarar si, para el cálculo de los costos de la meta, se debe utilizar el total del presupuesto de MasAgro Productor o sólo una parte de él. A falta de mejor información, se ha decidido tomar este total para los cálculos e investigar fuentes de información sobre el presupuesto de MasAgro para solventar la carencia de información directa por parte del actor clave.

En el documento de CEMDA “Informe sobre la pertinencia biocultural de la legislación mexicana y su política pública para el campo” (CEMDA, 2016), se incluye una tabla (véase Figura 23) con el presupuesto de MasAgro por línea de acción para los años 2011 a 2016. Sin embargo, la información contenida en la tabla no se

encuentra completamente en los documentos que se referencian en la publicación²⁸, existiendo, además, discrepancias en algunos años.

Figura 23. Presupuesto MasAgro según publicación de CEMDA

Tabla 4. Presupuesto anual total y por línea de acción.

Año	Monto total (USD)	Líneas de acción			
		Desarrollo Sustentable con el Productor	Descubriendo la Diversidad Genética de las Semillas	Estrategia Internacional para Aumentar el Rendimiento del Maíz	Estrategia Internacional para Aumentar el Rendimiento del Trigo
2011	\$20,301,500	\$3,325,000	\$9,756,500	\$6,270,000	\$950,000
2012	\$28,787,878.80	\$10,303,828.30	\$9,756,500	\$7,627,550.50	\$1,100,000
2013	\$380,000,000	\$136,010,533.40	\$128,785,800	\$100,683,666.60	\$14,520,000
2014	\$250,000,000	\$105,000,000	\$75,000,000	\$60,000,000	\$10,000,000
2015	\$285,000,000	\$113,400,000	\$81,000,000	\$64,800,000	\$25,800,000
2016	\$285,000,000	\$113,400,000	\$81,000,000	\$64,800,000	\$25,800,000

Fuente: SAGARPA, 2016a y SAGARPA, 2016b.

Fuente: Informe sobre la pertinencia biocultural de la legislación mexicana y su política pública para el campo” (CEMDA, 2016)

Por tanto, se ha decidido basar el estudio de costos en las referencias directas de SAGARPA. Estas referencias son las respuestas a 2 requerimientos realizados a través de del Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI):

- Número de folio 0000800025616
- Número de folio 0000800216016

En estos documentos se incluye la información del presupuesto total de MasAgro entre 2010 y 2015, Figura 24, y la desagregación por componentes para los años 2015 y 2016, Figura 25.

²⁸ Las fuentes de la tabla sólo aportan información desagregada por componente/línea de acción para los años 2015 y 2016. Asimismo, el presupuesto total para los años 2011 a 2013 presenta grandes discrepancias.

Figura 24. Presupuesto total de MasAgro (2010-2015)

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Presupuesto Asignado	\$36,960,000	\$241,214,302	\$379,018,349	\$380,091,287	\$248,967,665	\$285,000,000

Fuente: Requerimiento de transparencia Número de folio 0000800025616 (SAGARPA, 2016).

Figura 25. Presupuesto de MasAgro por componentes (2015-2016)

Líneas de acción	2015		2016	
	Presupuesto asignado	Presupuesto ejercido	Presupuesto asignado	Presupuesto ejercido
1.- MasAgro Productor Desarrollo Sustentable con el Productor	\$113,400,000.00	\$113,400,000.00	\$113,400,000.00	\$113,400,000.00
2.- MasAgro Maiz Estrategia Internacional para Aumentar el Rendimiento del Maiz	\$81,000,000.00	\$81,000,000.00	\$81,000,000.00	\$81,000,000.00
3.- MasAgro Biodiversidad Descubriendo la Diversidad Genética de las Semillas	\$64,800,000.00	\$64,800,000.00	\$64,800,000.00	\$64,800,000.00
4.-MasAgro Trigo Estrategia Internacional para Aumentar el Rendimiento del Trigo	\$25,800,000.00	\$25,800,000.00	\$25,800,000.00	\$25,800,000.00
Total	\$285,000,000.00	\$285,000,000.00	\$285,000,000.00	\$285,000,000.00

Fuente: Requerimiento de transparencia Número de folio 0000800216016 (SAGARPA, 2016).

El presupuesto del componente MasAgro Productor es el mismo según los datos se SAGARPA. Sin embargo, la superficie apoyada en ambos años cambia de 970,419 a 1,236,372 ha. Esto supone que el costo unitario por hectárea pasa de 116.86 a 91.72 MXN / ha apoyada. Esto supone una importante variación en los costos, pero sin información adicional, no es posible valorar la razón de este cambio que puede deberse a múltiples factores. Se ha optado por tomar el valor de 2016 (91.72 MXN / ha apoyada) para la proyección de costos, bajo el supuesto de una mejora de la eficiencia en el proceso con un menor desembolso en difusión e investigación gracias a la experiencia adquirida en años anteriores.

Con la información anterior, se estimó el costo total de la medida, para el período 2015-2030, asumiendo que ambas líneas de la medida, tanto la reducción de la quema de residuos en el campo e incorporación de residuos al campo, como las prácticas de conservación de los suelos en cultivo, se implementan en las mismas áreas, es decir que se estarían implementando en 3,029,581 ha adicionales en el período considerado.

Para estimar el costo total de implementar la medida se multiplicó el costo unitario obtenido por el número de hectáreas previstas en la meta. De esta forma se obtiene que el costo total de la medida sería de 277,873,072 MXN, como lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 27. Costo total de la implementación de la Meta 2 (2015-2030)

Variable	Unidad	Valores
Costo promedio por hectárea	MXN/ha	91.72
Número de hectáreas adicionales en el periodo 2015-2030	Número de hectáreas	3,029,581
Costo total de la Medida (costo promedio x Número de hectáreas)	MXN	277,873,072

Fuente: Elaboración propia.

Una vez estimado el costo total de implementar la meta para el período 2015-2030, es posible, en base a la estimación de la mitigación ligada a la meta en el periodo 2015-2030 (257 kt CO₂eq en 2030) calcular el costo de la reducción de una tonelada de CO₂eq. Para esto, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Costo por t CO}_2\text{eq} = \text{Costo Total} \div \text{Mitigación}$$

De esta forma, obtenemos que el costo de reducir en una tonelada de CO₂eq las emisiones mediante la implementación de las acciones contempladas en la Meta 3 es de 1081.22 MXN / t CO₂eq.

Normativa y legislación asociada

La normativa general que afecta de manera horizontal a todas las metas contenidas en este estudio se encuentra en el subapartado “Normativa general” dentro del apartado “Normativa y legislación asociada” de la Meta 1. En este apartado sólo se recogen las particularidades relativas a esta meta.

En relación con esta meta, la ENCC 2013 (SEMARNAT, 2013) incluye dos líneas de acción relacionadas:

- Línea de acción M4.9: Impulsar prácticas agrícolas que preserven y aumenten la captura de carbono en el suelo y biomasa tales como la labranza de conservación y la reconversión productiva en la cual se remplacen monocultivos anuales por policultivos o cultivos perenes.
- Línea de acción M4.10: Aplicar esquemas que conlleven a la reducción de emisiones derivadas del uso inadecuado del fuego en terrenos forestales y agropecuarios.

Los objetivos de esta meta se incluyen dentro de las actividades realizadas dentro del programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro).

El objetivo general del programa es²⁹:

“fortalecer la seguridad alimentaria a través de la investigación, el desarrollo de capacidades y la transferencia de tecnologías al campo y que los pequeños y medianos productores de maíz y de trigo

²⁹ <http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/317878/>

ubicados en zonas de temporal, obtengan rendimientos altos y estables, aumenten su ingreso y mitiguen los efectos del cambio climático en México”

El 15 de octubre del 2010, la SAGARPA y el CIMMYT suscribieron un acuerdo dirigido a incrementar de manera sustentable la producción y rendimientos de los dos productos básicos y estratégicos para el país como son el Maíz y el Trigo, destinado a productores de menor desarrollo cuya agricultura es tradicional o de subsistencia, marcando con ello las bases y líneas generales del proyecto denominado “Modernización sustentable de la Agricultura tradicional (MasAgro).

El programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro), es un proyecto de investigación y desarrollo rural que promueve una intensificación sustentable de la producción de maíz y trigo en México. MasAgro desarrolla investigación y capacidades dirigidas a incrementar la rentabilidad y estabilidad de los rendimientos del maíz y del trigo en México. El Programa también busca aumentar el ingreso de los agricultores y la sustentabilidad de sus sistemas de producción mediante esquemas de investigación colaborativa, el desarrollo y la difusión de variedades de semillas adaptadas, y de tecnologías y prácticas agronómicas sostenibles.

Entre sus objetivos se destacan:

- Buscar rendimientos más altos y estables, mayores ingresos netos para los productores y la adopción de una cultura de conservación de los recursos naturales.
- Promover la integración y colaboración de los actores de la cadena productiva del maíz, trigo y cultivos asociados para desarrollar, difundir y adoptar soluciones sustentables en zonas agroecológicas seleccionadas.
- Promover el desarrollo del sector semillero nacional y contribuir a incrementar la producción de maíz en México a través de investigación colaborativa en recursos genéticos para desarrollar híbridos blancos y amarillos de alto potencial de rendimiento y estabilidad.
- Hacer mejoramiento participativo con productores de maíces nativos de México.
- Aprovechar los recursos genéticos que conserva CIMMYT y desarrollar tecnologías de punta y capacidades en México para acelerar la generación de variedades de maíz y de trigo de alto rendimiento que son estables y tolerantes al cambio climático.
- Fortalecer las capacidades de investigadores mexicanos para incrementar el potencial de rendimiento y la adaptabilidad al cambio climático de variedades mejoradas de trigo.

El programa MasAgro es una propuesta de México a los desafíos que ponen en riesgo la seguridad alimentaria de su población, como la dependencia alimentaria, el cambio climático y la especulación financiera. El programa contribuye a cerrar la brecha entre el consumo y la producción nacional de granos básicos. Su objetivo es aumentar de manera sostenible la productividad de maíz y trigo en las zonas de temporal durante un período de 10 años, de 2010 a 2020. A diferencia de otros programas de política pública en materia

agropecuaria, MasAgro fue configurado como un proyecto transversal y transexenal (su vida programada es de 10 años).

MasAgro se diseñó para atender a pequeños productores que no tienen acceso a tecnologías e información de mercados, ayudándolos a innovar para obtener rendimientos más elevados y estables en sus cultivos con la finalidad de mejorar sus ingresos y de mitigar el efecto de sus actividades productivas en el cambio climático; con esto se contribuirá a alcanzar la suficiencia alimentaria en México a través de prácticas agronómicas sustentables y de las herramientas científicas más avanzadas para el mejoramiento de semillas de maíz y trigo, contribuyendo a mejorar las prácticas agronómicas al incorporar la transferencia de tecnología, la investigación y el trabajo en equipo de agricultores, extensionistas e investigadores en beneficio directo de productores que no tienen acceso a tecnologías modernas y mercados funcionales.

De acuerdo con (SAGARPA, 2016), la meta general de MasAgro es incrementar en 85% la producción nacional de maíz de temporal y 10% la de trigo, aumentar la productividad de pequeños productores de maíz entre 8 y 40%, reducir sus costos e insumos entre 15 y 20%, mejorar la adaptación de semillas mejoradas a las condiciones causadas por el calentamiento global, la escasez de agua, nutrientes y energía disponibles, además de contribuir a reactivar la capacidad de transferencia de tecnología en México, esto en un periodo de 10 años (2010 – 2020). Una meta importante, si se considera que a nivel mundial por factores como plagas, no ha sido posible elevar la productividad más allá del 2%. Con buenas prácticas, el rendimiento óptimo de trigo supera 6 toneladas por ha. Actualmente, el rendimiento promedio anual de maíz en México oscila entre 2.2 toneladas por hectáreas en condiciones de temporal. Los productores que tienen acceso a sistemas de riego obtienen, en contraste, rendimientos promedios de 7.6 toneladas por hectáreas. Por tal motivo, MasAgro centra sus esfuerzos en aumentar la productividad en las zonas de temporal, y en brindar especial atención a los grupos económicamente desfavorecidos, por lo que existe un importante potencial de productividad que este proyecto se enfocara en desarrollar.

En la parte ambiental, y gracias a la agricultura de conservación, los sistemas de producción propuestos mejoran la eficiencia del agua en la agricultura y de riego entre 15 y 30% y, en la de temporal, ayuda a amortiguar los efectos de sequía

MasAgro se desarrolla a través de 4 líneas de acción, explicadas en la sección de costos anterior:

- MasAgro Biodiversidad
- MasAgro Maíz
- MasAgro Trigo
- MasAgro Productor

De todas ellas, es la última, MasAgro Productor, la que incluye las acciones encaminadas a obtener el objetivo de esta meta. MasAgro Productor se implementa a través de 4 metas, que a su vez se desarrollan en actividades y subactividades³⁰:

- Meta 1: Actores de la cadena productiva de las zonas agroecológicas clave orientadas a los sistemas de maíz, trigo y cultivos asociados innovando, codesarrollando, adaptando, difundiendo y adoptando soluciones MasAgro en sus respectivas áreas de influencia.
- Meta 2: Diseño, codesarrollo, consolidación, validación y/o mejora continua de prototipos, instrumentos y herramientas de toma de decisión, acompañamiento técnico y divulgación a disposición de los actores de la cadena productiva de maíz, trigo y cultivos asociados.
- Meta 3: Actores clave de la cadena productiva de los sistemas de producción de maíz, trigo y cultivos asociados desarrollan capacidades y se certifican sus competencias.
- Meta 4: Científicos y técnicos de la cadena desarrollan y evalúan tecnologías sustentables para optimizar la gestión de los recursos naturales, insumos productivos y la eficiencia en el manejo de los sistemas de producción de maíz, trigo y cultivos asociados.

Ruta de cumplimiento

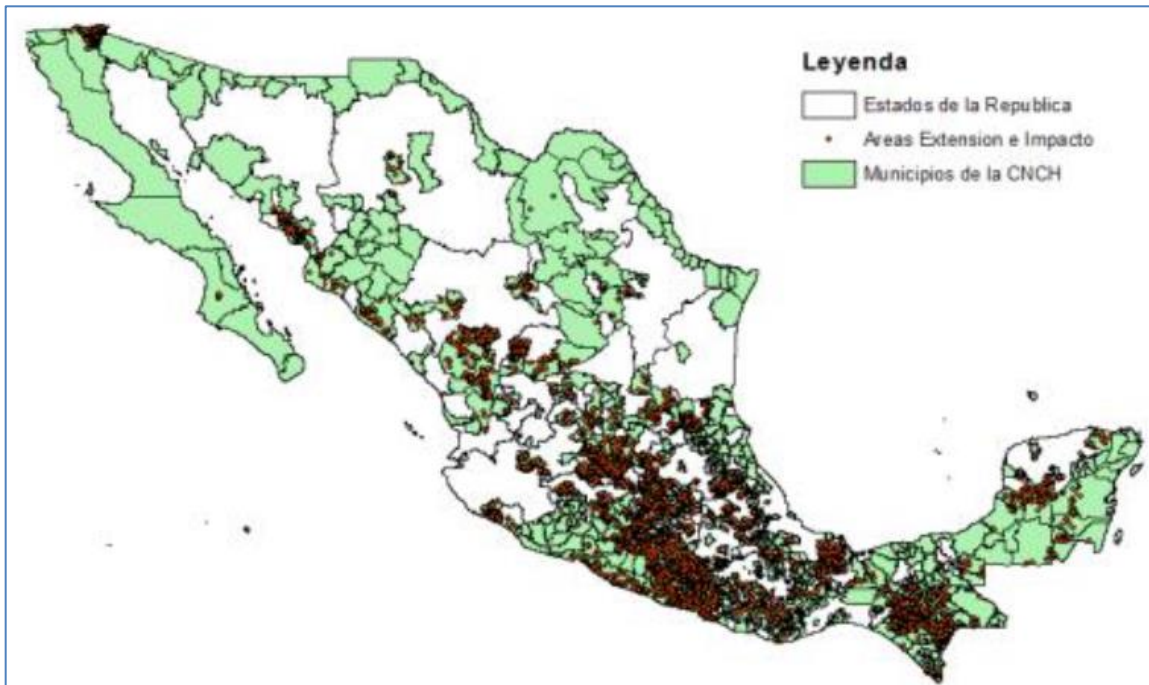
A diferencia de otros programas de política pública en materia agropecuaria, MasAgro fue configurado como un proyecto transversal y transexenal (2010-2020). Por tanto, el programa continuará funcionando con el nuevo gobierno. Sin embargo, es necesario en los próximos años plantear cuál será el programa que tomará el relevo de MasAgro para el periodo 2020-2030 y que permita desarrollar completamente esta meta.

Asimismo, MasAgro tiene otra peculiaridad, la de no contar con “Reglas de Operación” publicadas en el Diario Oficial anualmente, como se hace con el resto de los programas públicos. Esto limita, en gran medida, la información sobre la implementación del programa y, por tanto, de la meta.

El programa MasAgro lleva en funcionamiento casi 8 años en los cuales ha alcanzado importantes resultados y logrado escalarse incrementando sustancialmente la superficie cubierta por el programa y logrando tener presencia en la mayor parte del país (véase Figura 26).

³⁰ Una descripción completa de las metas, actividades y sub-actividades de MasAgro Productor puede encontrarse en (CIMMYT, 2017).

Figura 26. Áreas de impacto de MasAgro en 2015



Fuente: Requerimiento de transparencia Número de folio 0000800025616 (SAGARPA, 2016).

Por tanto, a falta de mejor información por parte de los responsables, se considera que el mantenimiento del programa en el periodo 2020-2030 escalado para lograr cubrir los objetivos de apoyo incluidos en la meta (4 millones de ha apoyadas, de las cuales 678,230 ha con labranza de conservación) representa la mejor opción de ruta de cumplimiento de la misma. Por tanto, este apartado se va a centrar en los grandes hitos necesarios para la consecución de la meta, no en la implementación diaria del programa que se considera debe seguir los parámetros actualmente usados.

En el siguiente apartado “Propuesta de ruta de cumplimiento” se describe la propuesta de ruta de cumplimiento de esta meta a través de la creación de un programa heredero de MasAgro para el periodo 2020-2030. Una descripción de los actores clave y sus roles puede encontrarse posteriormente en el apartado “Actores responsables y arreglos institucionales”. Finalmente, el cronograma de implementación de esta propuesta se encuentra en el apartado “Cronograma de implementación”.

Propuesta de ruta de cumplimiento

Actividad 1. Programa MasAgro 2010-2020

Sub-actividad 1.1 Implementación del programa

Esta sub-actividad consiste en la implementación hasta 2020 por parte de CIMMYT del programa siguiendo las mismas directrices que tiene en este momento.

Sub-actividad 1.2 Revisión del programa y de sus objetivos

Esta sub-actividad consiste en una revisión en profundidad, por parte de la SAGARPA, de la implementación y estado del programa. El objetivo es conocer las barreras que están impidiendo una adecuada implementación del mismo, la identificación de necesidades y oportunidades y, finalmente, la evaluación del estado del programa con relación a la senda de cumplimiento de los objetivos a 2030.

El análisis de la senda de cumplimiento será compartido y valorado junto con INECC con el fin de acordar las acciones necesarias para alcanzar los objetivos a 2030.

Este estudio será la base de la ampliación del programa MasAgro al periodo 2020-2030, permitiendo que su diseño recoja las lecciones aprendidas de la implementación hasta la fecha.

Sub-actividad 1.3 Revisión final del programa y de sus objetivos

En 2021, una vez finalizado el programa MasAgro 2010-2020, SAGARPA realizará una revisión en profundidad de sus logros y ejecución para validar el buen funcionamiento del programa y los objetivos alcanzados. Asimismo, se valorará, junto con el INECC, el cumplimiento de la senda de objetivos para valorar acciones correctoras.

Actividad 2. Programa MasAgro 2020-2030

Sub-actividad 2.1 Diseño del nuevo plan 2020-2030

El objetivo de esta sub-actividad es diseñar el plan heredero de MasAgro 2010-2020 para el periodo 2020-2030 (en adelante MasAgro 2020-2030). Este diseño deberá basarse en el actual programa y los resultados de la revisión efectuada en la sub-actividad 1.2. Para ello se propone crear un grupo de trabajo en el que se integren los principales actores clave institucionales (SAGARPA, INECC y CIMMYT) y que reciba insumos de los usuarios finales (agricultores).

Sub-actividad 2.2 Aprobación del nuevo programa 2020-2030

Una vez diseñado y acordado entre los actores clave, se procederá a la aprobación del nuevo programa y la asignación de su presupuesto.

Sub-actividad 2.3 Implementación del programa (1ª fase)

Esta primera fase de implementación del programa cubrirá los años 2021 a 2025. Se registrará según el diseño realizado en la sub-actividad 2.1 y aprobado en la 2.2 y, nuevamente, será implementado por CIMMYT.

Sub-actividad 2.4 Correcciones a la implementación

En 2022, se propone realizar ligeras correcciones a la implementación del programa MasAgro 2020-2030 gracias a las lecciones aprendidas de la finalización del primer programa (MasAgro 2010-2020) recogidas durante la sub-actividad 1.3.

Sub-actividad 2.5 Revisión de la 1ª fase y correcciones a la implementación

Se plantea la realización de una revisión en profundidad, por parte de la SAGARPA, de la implementación y estado del programa (análoga a la realizada en las sub-actividades 1.2 y 1.3). Durante el mismo, se evaluará el estado del programa con relación a la senda de cumplimiento de los objetivos a 2030. El análisis de la senda de cumplimiento será compartido y valorado junto con INECC con el fin de acordar las acciones necesarias para alcanzar los objetivos a 2030.

Sub-actividad 2.6 Implementación de la 2ª fase

Esta segunda fase de implementación del programa cubrirá los años 2026 a 2030 y seguirá los lineamientos del programa corregidos a través de las sub-actividades 2.4 y 2.5. Será implementado por CIMMYT.

Sub-actividad 2.7 Revisión final del programa y de sus objetivos

En 2031, una vez finalizado el programa MasAgro 2020-2030, SAGARPA realizará una revisión en profundidad de sus logros y ejecución para validar el buen funcionamiento del programa y los objetivos alcanzados. Asimismo, se valorará, junto con el INECC, como ha sido el cumplimiento de los objetivos de mitigación para obtener enseñanzas para futuros proyectos.

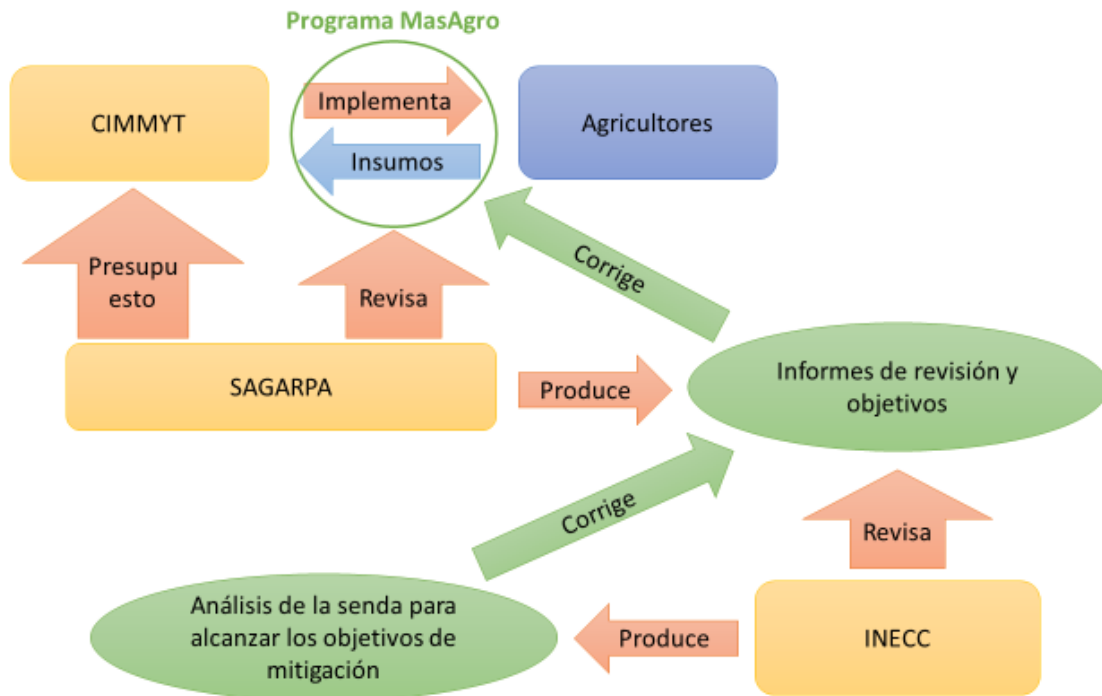
Actores responsables y arreglos institucionales

Los principales responsables de la ruta de cumplimiento son:

- SAGARPA: Como responsable de los programas MasAgro 2010-2020 y 2020-2030, financiador de los mismos y revisor de la implementación
- CIMMYT: Como implementador de los programas MasAgro 2010-2020 y 2020-2030
- Agricultores: Como receptores de los programas MasAgro 2010-2020 y 2020-2030
- INECC: Como colaborador con SAGARPA en la definición y medidas correctoras relacionadas con la senda de cumplimiento del objetivo de mitigación a 2030.

En la Figura 27 siguiente, se muestra de manera gráfica los roles de cada uno de los actores, para una mayor explicación de sus actividades véase el apartado anterior “Propuesta de ruta de cumplimiento”.

Figura 27. Actores y roles en la ruta de implementación de la Meta 3



Fuente: Elaboración propia.

Los dos principales actores institucionales son la SAGARPA y el CIMMYT, los cuales han venido desarrollando el programa MasAgro. Por ello, se incluye aquí una descripción más detallada de sus funciones desde el punto de vista del programa MasAgro, en vez de la visión más general de la ruta de implementación antes explicada.

La SAGARPA aporta a esta relación

- liderazgo político mediante la rectoría de la política nacional de maíz y trigo
- la visión del rumbo y las acciones estratégicas de México
- la generación de incentivos
- liderazgo para el desarrollo de una agricultura sustentable.
- su experiencia y capacidad, a través de las políticas públicas y programas de fomento agrícola
- la vinculación con programas y políticas públicas de otras Secretarías y gobiernos estatales
- su capacidad de diálogo con el sector público

- su responsabilidad de generar instituciones nacionales de investigación y asesoría técnica efectivos y eficientes
- recursos económicos para la investigación en innovación y desarrollo tecnológico y su aplicación en campo a través de paquetes tecnológicos.

CIMMYT, como organismo especializado contribuye con

- posicionamiento internacionalmente a México gracias a su nivel de excelencia científica y a la conservación de la biodiversidad en maíz y trigo.
- una metodología para trabajar con pequeños productores en investigación y desarrollo a través de redes de innovación y de investigación aplicada.
- su trabajo de coordinación científica con el sistema nacional de investigación e innovación ha destacado por el diseño y desarrollo de proyectos de investigación interinstitucionales e interdisciplinarios, proyectando así el trabajo científico de cientos de investigadores mexicanos en el ámbito de la ciencia internacional y en el involucramiento con las agendas internacionales de desarrollo. P
- investigaciones estratégicas a través de la infraestructura de investigación con que cuenta y de los recursos humanos especializados que participan en el Centro; además ha facilitado el acceso a otros centros de investigación de excelencia, expertos en otros cultivos y sistemas de producción.

Cronograma de implementación

La Figura 28 presenta el cronograma de implementación de la meta.

Figura 28. Cronograma de implementación

Código Actividad	Nombre	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
1	MasAgro 2010-2020																						
1.1	Implementación del programa																						
1.2	Revisión del programa y de sus objetivos																						
1.3	Revisión final del programa y de sus objetivos																						
2	MasAgro 2020-2030																						
2.1	Diseño del nuevo plan 2020-2030																						
2.2	Aprobación del nuevo programa 2020-2030																						
2.3	Implementación del programa (1ª fase)																						
2.4	Correcciones a la implementación																						
2.5	Revisión de la 1ª fase y correcciones a la implementación																						
2.6	Implementación de la 2ª fase																						
2.7	Revisión final del programa y de sus objetivos																						

Fuente: Elaboración propia.

Propuesta de mecanismo MRV para el seguimiento de la meta

El programa MasAgro tiene sus propios indicadores de seguimiento que cubren no sólo el efecto de esta meta sino todos los parámetros de interés para la implementación de las acciones y sub-acciones del programa (CIMMYT, 2017). Este mecanismo es detallado y tiene una asignación importante de recursos para su funcionamiento y que cubre facetas no necesarias para la monitorización de la meta. Por tanto, será el mejor elemento para el seguimiento pormenorizado de todas las acciones que integran el programa MasAgro.

Sin embargo, en este apartado se pretende presentar un sistema de MRV de fácil gestión que permita identificar el desarrollo de los objetivos específicos de la meta. Esta propuesta tiene como objetivo disponer de indicadores fiables de seguimiento que permitan minimizar el costo de su actualización, constituyendo un sistema de MRV de fácil gestión que permite identificar el estado de desarrollo de los objetivos específicos de la meta.

La Meta 3 se desarrolla a través de dos líneas de acción:

- Línea 1: Reducción de la quema de residuos en el campo e incorporación de residuos al campo
- Línea 2: Prácticas de conservación de los suelos en cultivos

Por tanto, es necesario medir los parámetros básicos que soportan la mitigación de ambas líneas: el área afectada y la eficiencia del proceso. Para ello, se sugieren los siguientes indicadores que se presentan en la Tabla 28.

Tabla 28. Indicadores de MRV para la Meta 3 "Agricultura de conservación"

Línea	Descriptor	Indicador MRV
1. Incorporación de residuos al campo	Superficie con reducción de quema e incorporación de residuos al campo en MasAgro	Estadísticas de superficie (ha) de trigo y maíz apoyadas por MasAgro
1. Incorporación de residuos al campo	Destino de los residuos en las superficies de maíz y trigo apoyadas por MasAgro	Encuestas o estudio para determinar el destino (%) de los residuos de los cultivos en las superficies apoyadas por MasAgro
2. Prácticas de conservación de los suelos	Superficie por práctica de laboreo de conservación	Estadísticas de la superficie (ha) bajo laboreo de conservación por tipo de práctica
2. Prácticas de conservación de los suelos (opcional)	Resiliencia de la práctica de laboreo tradicional	Encuestas o estudio que mida los cambios entre distintos tipos de laboreo de conservación y el porcentaje de superficie que vuelve a un laboreo tradicional

Co-beneficios

Si bien la misión principal de las medidas de mitigación es la reducción o limitación de las emisiones de GEI, no deben olvidarse los beneficios asociados a la implementación de estas medidas.

Análogamente al resto de las metas, la identificación de los co-beneficios de esta meta se ha llevado a cabo a través de un sistema mixto: i) sociabilización con los actores clave para la recogida de sus ideas y ii) la identificación directa por el equipo de consultores de co-beneficios asociados.

En la Tabla 29 se recoge los co-beneficios específicos de esta meta. Esta tabla ha sido elaborada por el equipo consultor basado en su experiencia y en función de los insumos recibidos de los actores clave.

Destaca en esta meta el gran potencial de beneficios ecosistémicos, relacionados con la mejora de las condiciones del suelo y la mayor captación y calidad de las aguas. Estas mejoras hacen más sostenible la agricultura logrando una mayor seguridad alimentaria. Asimismo, hay que destacar el aspecto económico y social, con una reducción de costos y, sobre todo, de tiempo de trabajo lo que redundará en una mejora de la calidad de vida de los agricultores. Finalmente, hay que destacar que la eliminación de la quema de residuos implica un menor riesgo de incendios incontrolados tanto forestales como en otros cultivos.

Tabla 29. Co-beneficios específicos de la Meta 3

ID	Co-beneficio	Descripción	Tipo	Valor
3.1	Reducción de incendios	La quema de residuos mal gestionada puede provocar su expansión a cultivos cercanos o masa forestales derivando en incendios incontrolados.	Ecosistemas	+3
3.2	Menor erosión de los suelos	El mantenimiento de los restos de cosecha actúa como una capa protectora. Al cubrir el suelo, se disipa la energía de las gotas de agua de la lluvia, minimizando el impacto directo sobre el suelo, evitando así su disgregación, reduciéndose la escorrentía, evitando así la pérdida de suelo.	Ecosistemas	+3
3.3	Mayor capacidad de retención de agua	Las cubiertas vegetales reducen la evaporación del agua, dado que impiden la incidencia directa de la radiación sobre el suelo que el suelo permanece más húmedo. Asimismo, reduce la escorrentía, aumentando el tiempo de oportunidad de infiltración del agua, lo que ayuda a la recuperación de los depósitos subterráneos y el aumento del nivel de la capa freática.	Seguridad Alimentaria	+3
3.4	Mejora de la calidad del suelo	La reducción de la erosión, debida a la labranza de conservación, conlleva un aumento en los contenidos de materia orgánica en el suelo, lo que supone una mejora de la calidad de los suelos, por cuanto libera nutrientes a la vegetación, aumenta la fertilidad química y física, favorece el desarrollo de la estructura o agregados, incrementando así la resistencia del suelo frente a la erosión y favoreciendo la infiltración de agua.	Ecosistemas	+3
3.5	Reducción del tiempo de trabajo	La aplicación de las técnicas de laboreo de conservación conlleva una reducción de tiempos de trabajo en los cultivos. Por tanto, permite disponer de más tiempo para otras actividades tanto dentro de la explotación como fuera de ella (familia, formación, ocio, actividades para la comunidad, etc.), mejorando las condiciones económicas y de bienestar de los agricultores y sus familias.	Social	+3
3.6	Incremento en la fertilidad del suelo	La labranza de conservación consigue mejorar la fertilidad del suelo ya que la descomposición lenta de los restos vegetales superficiales da origen a una capa superficial rica en humos, la cual, a través de su mineralización, pondrá a disposición de los cultivos los nutrientes en él contenidos.	Seguridad Alimentaria	+2
3.7	Reducción de costos	La aplicación de las técnicas de laboreo de conservación conlleva una reducción de los costos de producción respecto a las prácticas tradicionales, al tiempo que mantiene el rendimiento. Sin embargo, es importante recalcar que requiere una inversión inicial en el caso de que opte por adquirir el equipamiento necesario.	Económico	+2
3.8	Mejora de la biodiversidad	Gracias a la presencia de restos de cosecha en el suelo, en el suelo se dan las condiciones para proveer de alimento y refugio a muchas especies animales durante periodos críticos de su ciclo de vida, de ahí que prosperen gran número de especies de pájaros, pequeños mamíferos, reptiles y lombrices.	Ecosistemas	+1
3.9	Reducción del uso de herbicidas y pesticidas	Se ha demostrado una reducción importante en el uso de herbicidas y pesticidas debido a que la cubierta vegetal inhibe la germinación de malas hierbas. Esto redundará en una reducción de la presencia de estos componentes en las aguas. Sin embargo, si se constata la necesidad del uso de herbicidas y pesticidas durante la fase de transición entre la agricultura convencional y la de conservación.	Salud	+1

Nota: Los co-beneficios aquí incluidos recogen las aportaciones del equipo consultor, basadas principalmente en (AEAC.SV, 2017).

Análisis de la factibilidad de la meta

El programa MasAgro que desarrolla la meta viene funcionando satisfactoriamente desde 2010. Durante estos años el programa ha logrado escalar exitosamente hasta alcanzar la mayor parte de los estados del país en un proceso que ha incluido la investigación, el desarrollo de nodos de innovación, las labores demostrativas y la capacitación de técnicos y productores. Por tanto, la factibilidad técnica, de capacidades y de arreglos institucionales de la meta ha sido ya demostrada a través del éxito del actual programa.

En relación con la factibilidad tecnológica, según (SAGARPA, 2017), en 2016, el programa MasAgro operó 12 nodos de innovación en 30 estados del país, con 41 plataformas de investigación y 622 módulos experimentales, donde se desarrollaron, evaluaron, validaron, adaptaron y difundieron prácticas y tecnologías agronómicas sustentables, para mejorar la productividad y competitividad de pequeños y

medianos productores de maíz y trigo. Esto supone un importante avance respecto a la situación en 2012 (SAGARPA, 2013). Las técnicas necesarias para la aplicación de la agricultura de conservación han sido ampliamente extendidas y adaptadas a México durante los 8 años que lleva el proyecto. Por tanto, la factibilidad tecnológica ha sido ampliamente demostrada, no sólo en módulos demostrativos sino en las casi 100,000 ha actualmente bajo prácticas de conservación de los suelos.

La faceta del desarrollo de la capacidad humana para el desarrollo del proyecto ha sido muy cuidada a todos los niveles dentro de MasAgro. Desde el punto de vista de los productores se han establecido múltiples módulos demostrativos liderados por agricultores cooperantes que sirven de herramienta de enseñanza y difusión de las acciones del proyecto. Asimismo, se ha desarrollado un gran número de eventos informativos y una plataforma que muestra información sobre las actividades del programa dirigidas a productores y técnicos (<http://conservacion.cimmyt.org>) que se complementa con el boletín EnIACe y difusión en las redes sociales.

Al mismo tiempo, se ha desarrollado una capacitación dirigida a los técnicos tanto institucionales como privados que incluye una capacitación a través del curso Técnico Certificado en Agricultura de Conservación. En este curso, los técnicos reciben una capacitación intensiva durante un año completo, con sesiones regulares teórico-prácticas impartidas por expertos nacionales e internacionales. Los técnicos instalan módulos demostrativos de tecnologías sustentables, generan una estrategia de integración y generación de redes de innovación para así generar áreas de extensión donde los productores incorporan e implementan la tecnología. Asimismo, se han desarrollado acciones para la capacitación de técnicos de otros programas que tengan un papel relevante en el desarrollo de los objetivos, como son: el programa Apoyo a la Cadena Productiva de los Productores de Maíz y Frijol (PROMAF) y el Programa Estratégico de Seguridad Alimentaria (PESA). Por tanto, se considera que existe la capacidad humana para el desarrollo de la meta y que también existen los mecanismos para escalar esta capacidad a los nuevos objetivos para 2030.

En relación con los acuerdos institucionales, estos también han sido una prioridad desde el comienzo de MasAgro. Se ha trabajado en la alineación con otros programas e iniciativas (PROMAF, Tecnificación del Riego...), se han realizado reuniones con técnicos de diversas instituciones para intensificar el impacto de MasAgro y se han realizado acuerdos institucionales con los estados (SAGARPA, 2013). Desde un punto de vista interno se ha mantenido exitosamente durante estos 8 años de programa la relación entre SAGARPA, como promotor, y CIMMYT, implementador; al tiempo, que se involucran a otras instituciones (INIFAP) y centros de investigación en el proceso. Dado que el programa ha funcionado y ha escalado satisfactoriamente hasta la actualidad, se considera que está adecuadamente dotado de los acuerdos institucionales para su desarrollo.

Finalmente, en relación con su factibilidad económica, MasAgro es un programa transexenal que inició en 2010 y culminará en 2020 con lo que tiene asegurada su continuidad por 2 años más. Desde el punto de vista

operacional, anualmente se suscribe entre SAGARPA y CIMMYT un anexo técnico en el cual se establecen los recursos financieros del ejercicio fiscal en curso, los proyectos de cooperación, las actividades de cooperación, las metas, los indicadores, el calendario de ejecución, los mecanismos de evaluación, las responsabilidades de cada uno de los involucrados y los resultados esperados, a fin de poder cumplir con los objetivos del Programa (SAGARPA, 2013). Este anexo técnico deberá ir reflejando año a año, en el futuro, la senda de cumplimiento de la meta para asegurar su cumplimiento. La factibilidad económica para el periodo 2020-2030 depende de la asignación de nuevos recursos a este programa (véase apartado “Análisis de los flujos de financiamiento” más adelante).

Meta 4. Buenas prácticas ganaderas

Nombre de la meta

El nombre completo de la meta es “Promoción o implementación de buenas prácticas de producción en el manejo de tierras y ganado”, aunque en este documento, por sencillez, se nombrará como “Buenas prácticas ganaderas”. Esta meta está fuertemente relacionada con la incluida en el documento de Narrativas bajo el nombre de “Pastoreo planificado”.

Se ha optado por actualizar el nombre a sugerencia de COTECOCA³¹ dado que el actual nombre se corresponde con una línea de acción comprometida por la SAGARPA en el Programa Especial de Cambio Climático (PECC 2013-2018) y que afecta al 58% de la superficie ganadera nacional.

Descripción de la meta

En base a la información aportada por los actores clave se sabe que esta medida no se está actualmente implementando ni está previsto desarrollarse en un futuro en México dado que no tiene presupuesto asignado y el marco normativo existente en la actualidad impide a los implementadores (SAGARPA) llevarla a cabo.

Según los expertos de COTECOCA, el objetivo de esta meta no es alcanzable dado que actualmente los programas del gobierno federal no lo contemplan. Asimismo, se considera que, actualmente, no tiene ningún sustento en la normatividad ni presupuesto designado. Esto es debido a que el objetivo de SAGARPA es aumentar la productividad para proveer alimentos a la población, no siendo su misión apoyar financieramente acciones exclusivamente medioambientales.

Dentro de los programas desarrollados por la SAGARPA, este objetivo (en caso de desarrollarse) estaría posiblemente incluido dentro del Programa de Fomento Ganadero³². El Programa de Fomento Ganadero tiene varios componentes entre los que se encuentra el Componente Productivo (PROGAN Productivo)³³. En este componente, se otorga un pago (apoyo al ingreso) por “vientre” (principalmente a bovino, ovino y caprino) en condiciones de pastoreo (agostaderos³⁴).

Es interesante destacar que, anteriormente, los pagos de este programa incluían la obligatoriedad de la conservación de suelo y agua, el aumento de la vegetación y la realización programa de manejo del ganado.

³¹ Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero.

³² <https://www.gob.mx/sagarpa/acciones-y-programas/programa-de-fomento-ganadero-2018>

³³ <https://www.gob.mx/sagarpa/acciones-y-programas/componente-progan-productivo-2018>

³⁴ Para evitar confusiones con la terminología del sector ganadero, se sugiere no utilizar el término “pastizales” sino “agostaderos y praderas” o “tierras de uso ganadero”.

Sin embargo, debido al marco normativo en el que se desenvuelve SAGARPA esta obligatoriedad no es legal (el apoyo al ingreso no puede estar condicionado), así pues, actualmente el programa no recoge ninguna condicionalidad.

A pesar de que el programa no condiciona su apoyo a las buenas prácticas, sólo paga el número de animales que teóricamente puede soportar el predio. Si el predio tiene una sobrecarga de uso, no se paga por el total de animales que soportaría el predio, sino que se paga un poco menos del total de animales teóricamente soportados. Esta acción penaliza a aquellos predios que tienen una gestión que sobrecarga los recursos naturales existentes.

En opinión de los expertos de COTECOCA, pese a las limitaciones actuales, sería muy importante que este objetivo se promoviera de manera bien fundamentada, dado el impacto positivo que puede tener para los productores económicos, sociales y ambientales. Asimismo, se considera que la implementación del marco metodológico de la administración holística de los recursos es muy ambiciosa, aunque, en un futuro, se deberían encaminar los programas de fomento a la ganadería extensiva hacia ese objetivo.

Respecto al manejo holístico de los recursos, es importante recalcar que se trata de un marco para la toma de decisiones y no un sistema de pastoreo. Asimismo, los expertos de COTECOCA afirman que, a través de la planeación del pastoreo y del uso de la tierra, se asegura ofrecer a los animales la mejor calidad del forraje con lo que se gana más peso y rendimiento por unidad de superficie.

Durante la reunión y a través de los formularios de recogida de información se identificaron algunas barreras para el desarrollo de esta meta:

- Marco institucional limitante: El actual marco institucional impide el apoyo al ingreso condicionado (tipo de barrera: Marco institucional y regulatorio).
- Aplicabilidad de la ley forestal a los agostaderos: De acuerdo con COTECOCA, existe una gran barrera jurídica ya que todo el terreno nacional es forestal salvo por los cultivos y asentamientos (Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, término “vegetación forestal” y “terreno forestal” y Ley Agraria artículo 116). Por tanto, a los agostaderos se les aplica la Ley Forestal y se les considera un área forestal sin aprovechamiento maderero (tipo de barrera: Marco institucional y regulatorio y Conflicto con otros sectores).
- Falta de conocimiento de los implicados sobre el manejo holístico: El concepto no es claro para gran parte de los actores. La mayor parte de los productores, técnicos y empleados federales no conocen que es el manejo holístico de los recursos ni su marco metodológico. El manejo holístico, que es realmente marco para la toma de decisiones, es confundido con un sistema de pastoreo (tipo de barrera: capacitación).

Responsable de la meta

Actualmente no hay un responsable del desarrollo futuro de la meta. Sin embargo, la COTECOCA fue la responsable en el pasado de la ejecución de acciones medioambientales similares a las que pretendería esta meta.

Barreras, oportunidades y necesidades

La identificación de las barreras y el análisis de las oportunidades y necesidades asociadas ha sido realizada a través de un proceso participativo y de socialización de resultados con los actores clave consistente en:

1. Elaboración de un manual sobre barreras, oportunidades y necesidades
2. Elaboración de formularios de captura de información
3. Realización de un taller explicativo y de trabajo con los actores clave para la recopilación de las barreras iniciales
4. Compilación, estudio y ampliación de las barreras iniciales, por parte del equipo consultor, incluyendo la identificación de oportunidades y necesidades
5. Presentación y sociabilización de resultados en un taller con los actores clave
6. Recepción de información adicional y comentarios por parte de los actores clave
7. Compilación final de las barreras, necesidades y oportunidades

Las barreras de carácter horizontal que afectan a todas las metas se han incluido anteriormente en la sección de “Barreras, oportunidades y necesidades” de la Meta 1.

de este proceso para esta Meta 4 se encuentran en la siguiente Tabla 26 :

Tabla 30. Barreras para la Meta 4

Nº	Barrera	Tipo de barrera	Descripción de la barrera	Oportunidades	Necesidades identificadas
4.1	Falta de programas de gobierno que contemplen este objetivo	Marco institucional y regulatorio	Actualmente los programas de gobierno no contemplan el objetivo.	Actualización de los programas de gobierno para incluir nuevos objetivos que promuevan la reducción de emisiones y las prácticas sostenibles.	Actualización de los programas del gobierno o creación de nuevos programas.
4.2	El actual marco institucional de SAGARPA impide el apoyo al ingreso condicionado	Marco institucional y regulatorio	No es posible condicionar las ayudas ganaderas a la realización de acciones de carácter medioambiental.	Uso eficiente de los recursos que promueva al mismo tiempo el aumento de la producción con un manejo sostenible de los recursos naturales.	Actualización de la normativa vigente para poder incorporar criterios medioambientales a la concesión de ayudas.
4.3	Falta de un trabajo coordinado entre instituciones	Marco institucional y regulatorio	No existe una coordinación adecuada entre las distintas instituciones implicadas en la gestión de estas tierras.	Mejora en la coordinación interinstitucional entre el sector agrícola, ganadero y forestal	Necesidad de establecer arreglos para la coordinación interinstitucional
4.4	Aplicación de la ley forestal a los agostaderos	Marco institucional y regulatorio	Hay una barrera jurídica, ya que todo el terreno nacional es considerado forestal salvo los cultivos y asentamientos (Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, términos “vegetación forestal” y “terreno forestal” y Ley Agraria artículo 116). Por tanto, a los agostaderos se les aplica la ley forestal y se les considera un área forestal sin aprovechamiento maderero.	Actualización del marco legal para reflejar nuevos objetivos y compromisos de país.	Revisión del alcance de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en vista del cumplimiento de los objetivos de la NDC.
4.5	Falta de presupuesto para la implementación de la medida	Financiera	Se necesita presupuesto para la promoción de las buenas prácticas. No se cuenta actualmente con presupuesto debido a que el objetivo aún no ha sido integrado a los programas de gobierno (barrera 4.1).	Cambios en las prácticas que permitan una producción más sostenible.	Presupuesto para la promoción e implementación de medidas.

Nº	Barrera	Tipo de barrera	Descripción de la barrera	Oportunidades	Necesidades identificadas
4.6	Falta de claridad sobre el concepto de manejo holístico	Capacidad	El concepto no es claro para gran parte de los actores. La mayor parte de los productores, técnicos y empleados federales no conocen que es el manejo holístico de los recursos ni su marco metodológico. El manejo holístico, que es realmente marco para la toma de decisiones, es confundido con un sistema de pastoreo.	Mejorar los conocimientos y capacidades a todo nivel.	Necesidad de capacitar a los productores, técnicos y empleados federales en temas de manejo de recursos y buenas prácticas.
4.7	Falta de sensibilización a nivel del gobierno federal de los impactos positivos de esta medida	Sensibilización	Se considera que el objetivo no es parte de los programas de gobierno (barrera 4.1) debido a que no se han presentado los argumentos suficientes para hacer ver la importancia de este objetivo, no solo para el cumplimiento de la NDC sino también sus co-beneficios sociales, económicos (productividad) y ambientales (bienes y servicios ecosistémicos).	Mejora de los programas y políticas ligadas al sector, y de la toma de decisión a nivel del gobierno, para el alcance de los objetivos y sus co-beneficios.	Necesidad de crear conciencia a nivel del gobierno para mejorar la toma de decisiones y la planificación.
4.8	Falta de estimaciones dentro del INEGyCEI y la línea base y de información sobre el efecto de la medida en los depósitos de carbono	MRV	Actualmente, en el INEGyCEI no se estiman cambios de carbono orgánico en los suelos (COS) en las permanencias, incluyendo GLp. Por tanto, el efecto en el COS de esta meta no se vería reflejado de ningún modo. En el caso de la biomasa viva de los pastizales (GL), la actual metodología no diferencia entre pastizales degradados y no degradados o entre agostaderos y otros pastizales.	Mejoras en el INEGyCEI, que permitirían mejorar el MRV de las medidas.	Necesidad de incluir estimaciones en el INEGyCEI y de generar información para medir el efecto de las medidas.
4.9	Falta de seguimiento de las temáticas relacionadas con la mitigación cuando se levanta información en el campo	MRV	Cuando se lleva a cabo la ejecución de programas en SAGARPA no se identifica de forma precisa la información a obtener a futuro que sirva para identificar la mitigación.	Implementación de acciones de carácter transversal para obtener información que sirva para la construcción de indicadores para la mitigación	Establecer acuerdos interinstitucionales para incorporar necesidades mutuas a las reglas y lineamientos de operación.

Análisis de la factibilidad de la meta

La principal conclusión es que esta meta no es posible dentro del actual marco jurídico de México y que, por tanto, no va a contribuir a alcanzar la ambición de México.

En el caso de un cambio del ordenamiento jurídico que facilitara esta meta, se debería trabajar en definir claramente las acciones que conlleva, el efecto de estas y los objetivos cuantificables con relación a su aplicación; dado que, actualmente, la definición de la meta es muy difusa no permitiendo una clara visión de la misma y un análisis de su factibilidad desde un punto de vista económico, técnico y de capacidades.

Resultados globales del sector agropecuario

Análisis de la ambición de México

Compromisos de México

México reporta sus proyecciones del escenario tendencial (BAU) y su objetivo de mitigación para el sector agropecuario en el apartado “Mitigación de las emisiones nacionales” de su documento de Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030³⁵.

Los compromisos adquiridos por México con relación al sector agropecuario se pueden consultar en la Tabla 3 del citado documento (véase la Tabla 31 siguiente). En la misma, se supone un escenario tendencial en el que las emisiones anuales del país aumentan desde las 80 Mt de CO₂eq en 2013 a las 93 Mt de CO₂eq en 2030. El compromiso adquirido es limitar las emisiones en 2030 a 86 Mt de CO₂eq. Es decir, se asume una mitigación total de 7 Mt de CO₂eq de manera no condicionada.

Tabla 31. Compromisos de mitigación de México

Tabla 3. Emisiones nacionales de gases de efecto invernadero según el escenario tendencial y las metas de reducción INDC comprometidas de manera no condicionada, 2020-2030.

-22% GEI

	Línea base				Emisiones de GEI (MtCO ₂ e)
	2013	2020	2025	2030	Meta al 2030
					No condicionada
Transporte	174	214	237	266	218
Generación de electricidad	127	143	181	202	139
Residencial y comercial	26	27	27	28	23
Petróleo y gas	80	123	132	137	118
Industria	115	125	144	165	157
Agricultura y ganadería	80	88	90	93	86
Residuos	31	40	45	49	35
SUBTOTAL	633	760	856	941	776
USCUSS ¹	32	32	32	32	-14
EMISIONES TOTALES²	665	792	888	973	762

NOTAS:
¹USCUSS: Uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura.
²La suma de los valores de los sectores puede no coincidir con el total por efectos del redondeo.

-22%

Fuente: Gobierno de México (2015) Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030

³⁵ Gobierno de México (2015) Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030.

Herramienta para la estimación de la mitigación de las metas (MAYAHUEL)

Se ha desarrollado un modelo para la estimación de la mitigación de las acciones de mitigación del sector Agropecuario en México, implementado a través de una herramienta de estimación denominada Mayahuel³⁶.

Figura 29. Portada de la herramienta Mayahuel



Fuente: Herramienta de estimación de la mitigación de las acciones del sector Agropecuario (Mayahuel)

La herramienta parte de:

- la información contenida en el INEGyCEI de México
- las proyecciones de la línea base del sector Agropecuario

³⁶ Diosa mexicana del maguey.

- la definición de las metas realizada por los actores clave

Para cada una de las metas se realizan los siguientes pasos:

- Proyección de las variables de actividad afectadas por la meta en el escenario de la línea base y en el escenario con la meta
- Proyección de los parámetros y factores de emisión afectados por la meta en el escenario de la línea base y en el escenario con la meta
- Estimación de las emisiones y absorciones en la línea base y en el escenario con la meta
- Comparación de ambas emisiones/absorciones para la estimación de la mitigación de la meta

Desde el punto de vista operativo, esta herramienta está integrada por 3 secciones diferenciadas para cada una de las metas:

- Información general:
 - Portada: Portada de la herramienta.
 - Intro: Metainformación sobre el fichero.
- Resultados agregados de mitigación:
 - Mitigación total: Información agrupada de la mitigación de las distintas metas.
- Estimaciones por meta:
 - M1-IOB (info): Información general sobre la meta de Instalación de Biodigestores.
 - M1-IOB (Mitigación Meta 1): Mitigación total (todos los animales) de la meta Instalación de Biodigestores.
 - M1-IOB (Vaca lechera-LB): Estimación de la línea base de las vacas lecheras de la meta Instalación de Biodigestores.
 - M1-IOB (Vaca lechera-Meta): Estimación del escenario con meta de las vacas lecheras de la meta Instalación de Biodigestores.
 - M1-IOB (Vaca lechera-Mitig): Estimación de la mitigación de las vacas lecheras de la meta Instalación de Biodigestores.
 - M1-IOB (Hembras-LB): Estimación de la línea base de las cerdas reproductoras de la meta Instalación de Biodigestores.
 - M1-IOB (Hembras-Meta): Estimación del escenario con meta de las cerdas reproductoras de la meta Instalación de Biodigestores.

- M1-IOB (Hembras-Mitigación): Estimación de la mitigación de las cerdas reproductoras de la meta Instalación de Biodigestores.
- M1-IOB (Engorde-LB): Estimación de la línea base de las porcino de engorde de la meta Instalación de Biodigestores.
- M1-IOB (Engorde-Meta): Estimación del escenario con meta de las porcino de engorde de la meta Instalación de Biodigestores.
- M1-IOB (Engorde-Mitigación): Estimación de la mitigación de las porcino de engorde de la meta Instalación de Biodigestores.
- M2-IMS (info): Información general sobre la meta de Mejoradores del Suelo.
- M2-IMS: Estimaciones de la mitigación de la meta de Mejoradores del Suelo.
- M3-AC (info): Información general sobre la meta de Agricultura de Conservación.
- M3-AC (Mitigación Meta 3): Mitigación total (todas las líneas) de la meta Agricultura de Conservación.
- M3-AC-L1 (RQR): Estimaciones de la mitigación de la línea 1 Reducción de Quema de Residuos de la Meta 3.
- M3-AC-L2 (LC): Estimaciones de la mitigación de la línea 2 Labranza de Conservación de la Meta 3.

Mitigación total del sector

Las metas consideradas en el sector Agropecuario son:

1. Instalación y operación de biodigestores
2. Reducción del uso de fertilizantes sintéticos
3. Agricultura de conservación

Para cada una de las metas se han definido 3 distintos escenarios:

- a. Escenario mínimo: Escenario en línea con la ambición comunicada por los actores clave
- b. Escenario medio: Escenario de ambición mejorada aumentándose los objetivos
- c. Escenario ambicioso: Escenario de alta mitigación con objetivos maximizados.

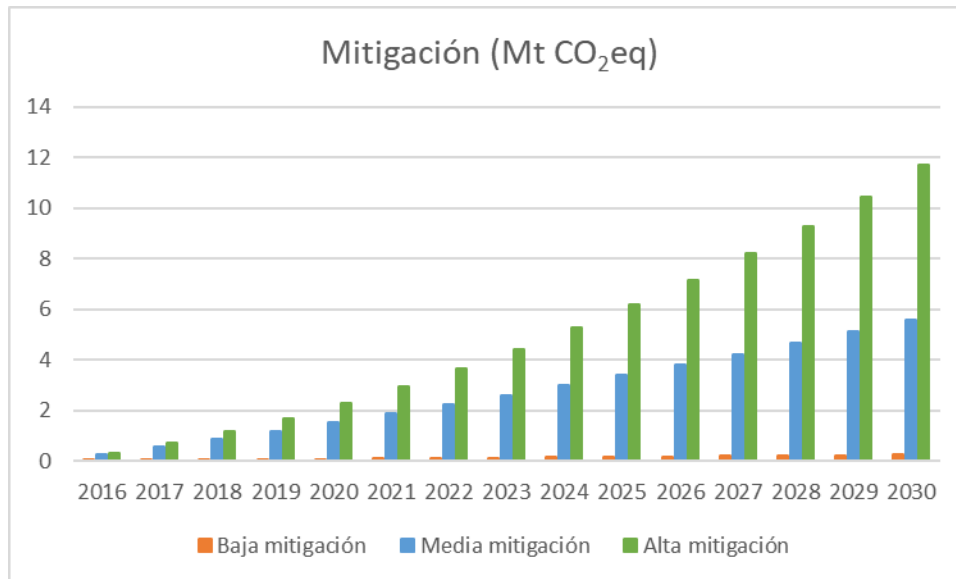
Para el análisis de la mitigación los escenarios de las metas se han agrupado en tres grandes proyecciones:

- Baja mitigación compuesta por los escenarios mínimos
- Media mitigación compuesta por los escenarios medios

- Alta mitigación compuesta por los escenarios ambiciosos

Los resultados de mitigación obtenidos, véase la Figura 30, son una reducción de las emisiones en 2030 de 0.26 Mt de CO₂eq (proyección de baja mitigación), 5.61 Mt de CO₂eq (proyección de media mitigación) y 11.70 Mt de CO₂eq (proyección de alta mitigación).

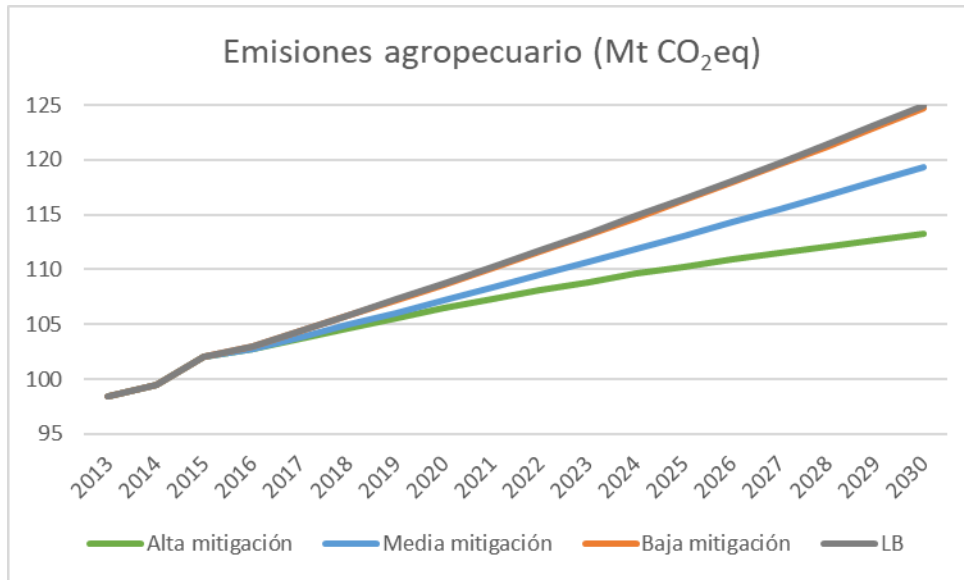
Figura 30. Mitigación total en el sector Agropecuario



Fuente: Herramienta de mitigación del sector agropecuario (Mayahuel).

En la Figura 31, se observa el efecto de estas mitigaciones sobre el escenario de emisiones de la línea base del sector agropecuario que presenta unas emisiones de 124.98 Mt de CO₂eq.

Figura 31. Emisiones del sector agropecuario



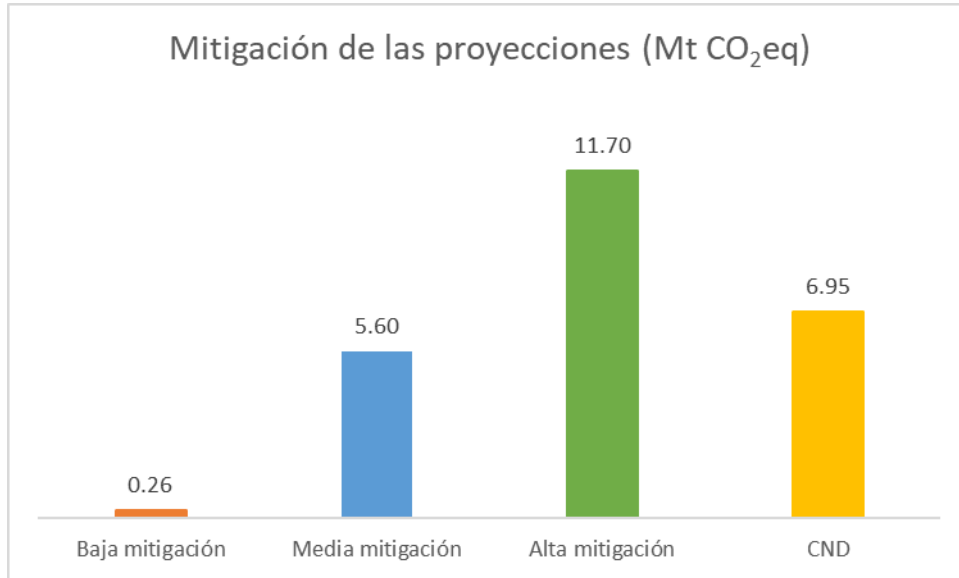
Fuente: Elaboración propia a través de la herramienta de mitigación del sector agropecuario (Mayahuel).

Ruta de cumplimiento más ambiciosa que lo comprometido en la CND

En línea con el pliego se compara la ambición incluida en la Contribución Nacional Determinada de México con las mitigaciones esperadas en las proyecciones de alta, media y baja mitigación.

En el documento “Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030” (Gobierno de México, 2015) se informa de una mitigación de 6.95 Mt de CO₂eq para el sector Agropecuario. En la Figura 32, se observa que sólo la proyección de alta mitigación aumenta la ambición recogida en el documento de compromisos, si bien el escenario medio aporta una mitigación similar.

Figura 32. Mitigación comparada con la ambición de la CND



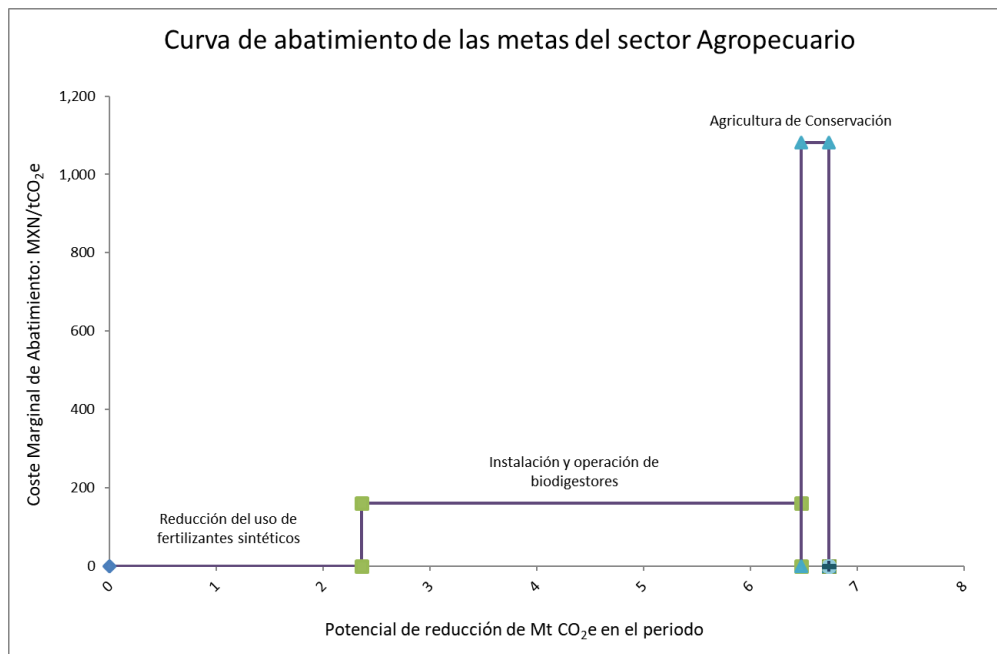
Fuente: Elaboración propia a través de la herramienta de mitigación del sector agropecuario (Mayahuel).

Curva de abatimiento de las metas del sector Agropecuario

Las curvas de costo de abatimiento de gas invernadero proporcionan una base cuantitativa para las discusiones sobre qué acciones serían las más efectivas en reducir las emisiones y lo que podrían costar (Valenzuela Pacheco, 2010).

En la Figura 33 siguiente se presentan las curvas de abatimiento de las metas incluidas en este estudio. El eje vertical presenta el costo de abatimiento, medido en MXN por tonelada de CO₂ equivalente reducida³⁷, en tanto que el eje horizontal representa al potencial de abatimiento, medido en Mt de CO₂ reducidas en todo el periodo.

Figura 33. Curva de abatimiento de las Metas del sector Agropecuario



Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en la Figura 33, la meta con menor coste unitario y el mayor potencial de mitigación en 2030 es la Instalación y operación de biodigestores. Sin embargo, a la hora de valorar estas metas no deben olvidarse los co-beneficios que reportan (véase apartados de co-beneficios en cada uno de los capítulos de las metas).

³⁷ Para poder representar la Meta 2 que carece de una estimación del costo, se le ha asignado un costo cero por tonelada reducida.

El potencial de reducción y el costo unitario es el siguiente:

Tabla 32. Potencial de reducción y costo unitario

Meta	Costo de Reducción
Instalación y operación de biodigestores	159.55 MXN / t CO ₂ eq
Reducción del uso de fertilizantes sintéticos	n.e.
Agricultura de Conservación	1,081.22 MXN / t CO ₂ eq

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de los flujos de financiamiento

Una característica importante para tener en cuenta al tratar de identificar las posibles fuentes y flujos de financiamiento para las medidas de la Contribución Nacional Determinada de México (CND) es el hecho que, México estableció una CND con metas que no están condicionadas a los flujos de financiamiento externo. Es decir que el país se comprometió a alcanzar dichas metas con sus propios recursos, tanto públicos como privados. Sin embargo, México también estableció una ambición mayor, condicionada a la adopción de un acuerdo global que incluya, entre otras cosas, un precio al carbono internacional, cooperación técnica, acceso a recursos financieros de bajo costo y a la transferencia de tecnología, por lo cual la cooperación internacional también tiene un rol en el cumplimiento de la CND de México.

Fuentes de financiamiento nacionales

Por lo anterior, un primer paso para la identificación de las fuentes y flujos de financiamiento para las medidas incluidas en la CND de México es identificar las fuentes de financiamiento nacionales. La fuente más importante de financiamiento público en México, como en cualquier otro país, es el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF), que detalla la orientación, destino y tipo de gasto público en México, y es aprobado todos los años por la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión.

El PEF especifica en sus anexos la cantidad de recursos destinados para la adaptación y mitigación del cambio climático, tanto de manera global como para distintos sectores entre los cuáles se encuentra el sector agricultura, ganadería, desarrollo rural pesca y alimentación, como se muestra en la Tabla 33 para los últimos 6 años:

Tabla 33. Recursos destinados para la adaptación y mitigación del cambio climático en el Presupuesto de Egresos de la Federación (pesos mexicanos)

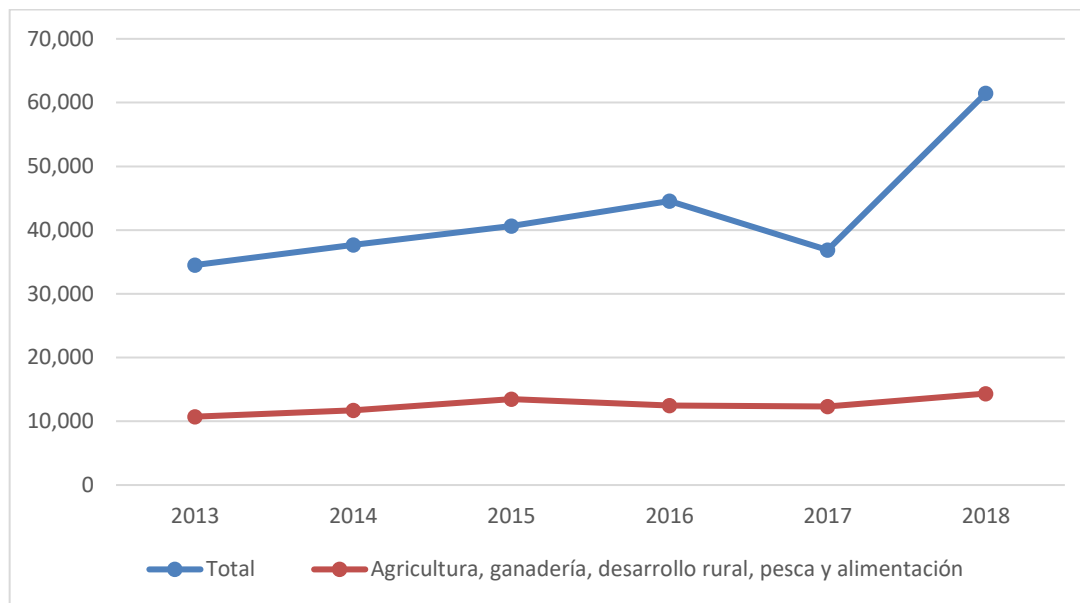
Año	Total	Agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación
2013	34,514,794,262	10,730,000,000
2014	37,702,769,006	11,715,010,526
2015	40,663,437,822	13,492,474,379
2016	44,532,587,536	12,455,859,307
2017	36,878,401,378	12,347,760,148
2018	61,457,819,955	14,351,904,327

Fuente: Elaboración propia en base a los PEF aprobados para los años 2013 a 2018 (DOF, 2017), (DOF, 2016), (DOF, 2015), (DOF, 2014), (DOF, 2013) y (DOF, 2012).

No se observa una tendencia clara en la cantidad de recursos destinados para la adaptación y mitigación del cambio climático a partir de 2015, fecha en la que México presentó su CND ante la CMNUCC. Si bien se observa un aumento marcado en la cantidad de recursos para el año 2018, en 2017 hubo una disminución en la cantidad de recursos destinados al tema. Para el caso del sector agricultura, se observa una tendencia similar, con una disminución en 2016 y 2017, seguido de un pequeño incremento en 2018.

Dado que las metas de la CND de México no están condicionadas, y el país se comprometió a alcanzarlas con recursos propios, esto compromiso deberían verse reflejado en el PEF en los próximos años, si el país espera poder cumplir con sus compromisos en el marco del Acuerdo de París.

Figura 34. Recursos destinados a la adaptación y mitigación del cambio climático en el PEF (millones de pesos)



Fuente: Elaboración propia en base a los PEF aprobados para los años 2013 a 2018

En lo que se refiere a recursos nacionales de fuentes privadas, no se tiene información detallada sobre cuánto podría representar en el país la inversión privada en cambio climático. Esta es una tarea pendiente, que deberá permitir al gobierno identificar las necesidades de financiamiento que podrían ser cubiertas con recursos privados, y los mejores instrumentos de política para apalancar estos fondos, así como orientarlos al cumplimiento de las metas de la CND.

Fuentes de financiamiento internacionales

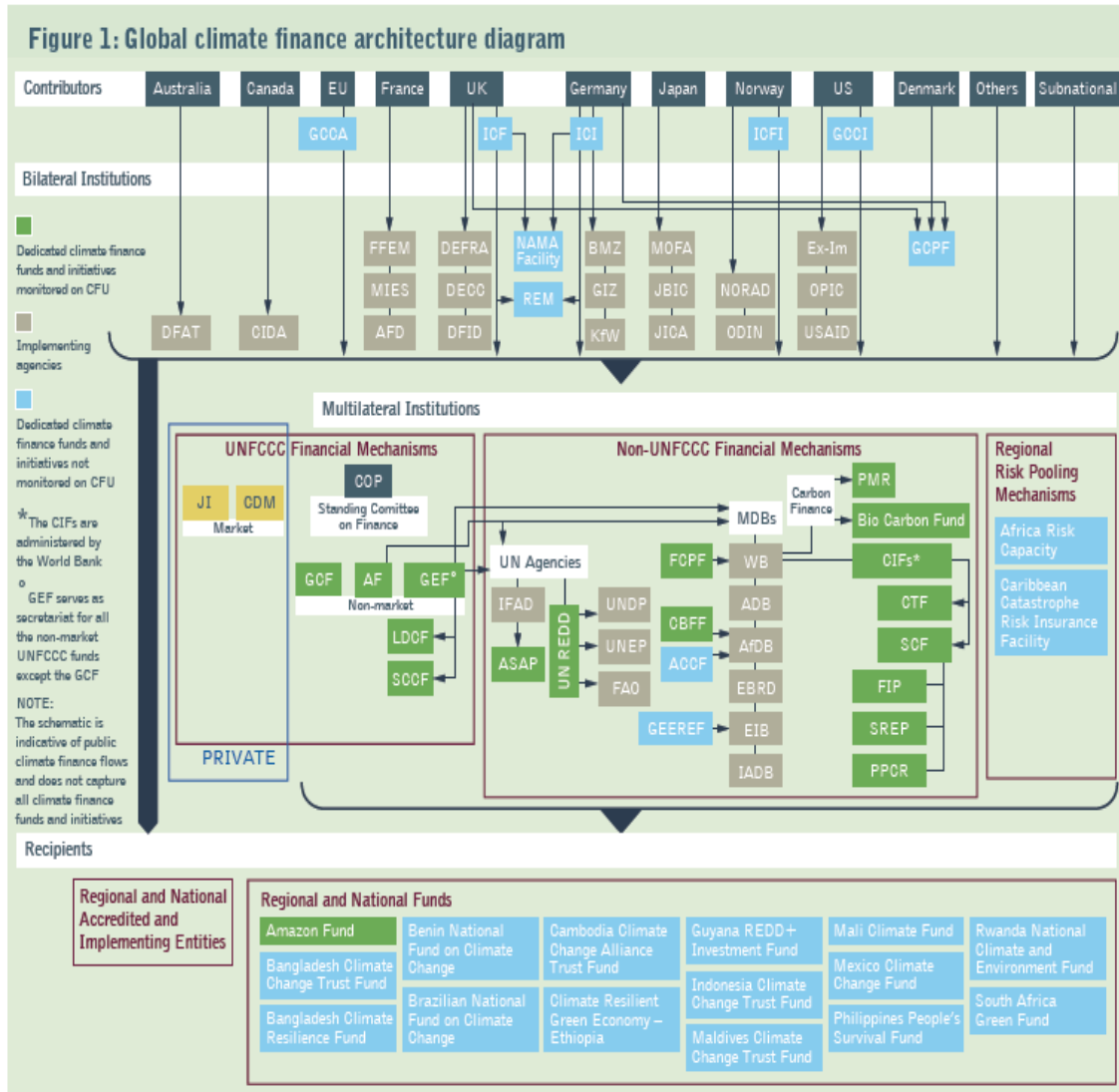
En lo que se refiere a las metas condicionadas de la CND de México, en primer lugar, es necesario entender la arquitectura global del financiamiento climático, para posteriormente identificar aquellas fuentes de financiamiento bilaterales y multilaterales a las cuales tiene acceso el país.

Existen a nivel global diversos canales de financiamiento climático, tanto bilaterales como multilaterales. Esto, por un lado, ofrece mayores oportunidades de financiamiento a los países que lo requieren, pero, al mismo tiempo, aumenta la complejidad para acceder a fondos climáticos, debido a los diversos requisitos y procedimientos de acceso que establecen las distintas fuentes.

La Figura 35 muestra los países que contribuyen con financiamiento climático, y las agencias bilaterales y multilaterales a través de las cuáles se canalizan estos recursos. Se observan entre las instituciones

financieras multilaterales, aquellas que son parte de la CMNUCC, y que constituyen su mecanismo financiero, e incluyen al Fondo de Adaptación, al Fondo Verde para el Clima (FVC) y al Fondo Mundial para el Medio Ambiente, mejor conocido como GEF por sus siglas en inglés. Finalmente, aparecen los fondos nacionales y regionales mediante los cuales los países receptores de financiamiento climático gestionan estos flujos de financiamientos, incluyendo el Fondo para el Cambio Climático de México.

Figura 35. Arquitectura global de financiamiento climático



Implementing Agencies and Institutions		Multilateral Funds and Initiatives	
AfDB	African Development Bank	AF	Adaptation Fund (GEF acts as secretariat and WB as trustee)
AFD	French Development Agency	ACOF	Africa Climate Change Fund
ADB	Asian Development Bank	ASAP	Adaptation for Smallholder Agriculture Programme
BMZ	Federal Ministry of Economic Cooperation and Development	CBFF	Congo Basin Forest Fund (hosted by AfDB)
CIDA	Canadian International Development Agency	ODM	Clean Development Mechanism (implemented under the Kyoto Protocol)
DECC	Department of Energy and Climate Change	OIF	Climate Investment Funds (implemented through WB, ADB, AfDB, EBRD, and IADB)
DEFRA	Department for Environment, Food and Rural Affairs	OTF	Clean Technology Fund (implemented through WB, ADB, AfDB, EBRD, and IADB)
DFAT	Department of Foreign Affairs and Trade (Australia)	FCPF	Forest Carbon Partnership Facility
DFID	Department for International Development	FIP	Forest Investment Program (implemented through WB, ADB, AfDB, EBRD, and IADB)
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development	GCCA	Global Climate Change Alliance
EIB	European Investment Bank	GCF	Green Climate Fund
Ex-Im	Export-Import Bank of the United States	GEF	Global Environment Facility
FAO	Food and Agriculture Organisation	GEEREF	Global Energy Efficiency and Renewable Energy Fund (hosted by EIB)
FFEM	French Global Environment Facility	JI	Joint Implementation (implemented under the Kyoto Protocol)
GIZ	German Technical Cooperation	LDCF	Least Developed Countries Fund (hosted by the GEF)
IADB	Inter American Development Bank	PMR	Partnership for Market Readiness
IFAD	International Fund for Agricultural Development	PPCR	Pilot Program on Climate Resilience (implemented through World Bank, ADB, AfDB, EBRD, and IADB)
JBIC	Japan Bank of International Cooperation	SCCF	Special Climate Change Fund (hosted by the GEF)
JICA	Japan International Cooperation Agency	SCF	Strategic Climate Fund (implemented through WB, ADB, AfDB, EBRD, and IADB)
KfW	German Development Bank	SREP	Scaling Up Renewable Energy Program (implemented through WB, ADB, AfDB, EBRD, and IADB)
MIES	Inter-ministerial Taskforce on Climate Change	UNREDD	United Nations Collaborative Programme on Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation
MOFA	Ministry of Foreign Affairs		
NORAD	Norwegian Agency for Development Cooperation	Bilateral Funds and Initiatives	
ODIN	Ministry of Foreign Affairs	GCCI	Global Climate Change Initiative (US)
OPIC	Overseas Private Investment Corporation	GOPF	Global Climate Partnership Fund (Germany, UK and Denmark)
UNDP	United Nations Development Programme	ICF	International Climate Fund (UK)
UNEP	United Nations Environment Programme	ICFI	International Climate Forest Initiative (Norway)
USAID	US Agency for International Development	ICI	International Climate Initiative (Germany)
WB	World Bank	NAMA facility	Nationally Appropriate Mitigation Action facility (UK and Germany)
		REM	REDD Early Movers (Germany and UK)

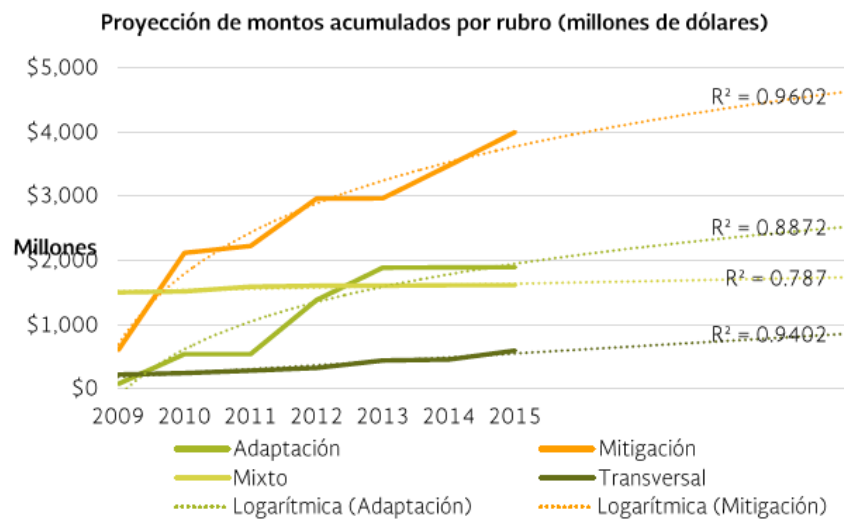
Fuente: (ODI, 2017)

El informe “Financiamiento a las acciones de mitigación en México” (INECC, 2016) preparado por el INECC en 2016 muestra que México captó 8,571.65 millones de USD de fuentes bilaterales y multilaterales para proyectos de cambio climático entre 2009 y 2017. Un 44.6% fue destinado a proyectos de mitigación, siendo este el rubro que más recibe financiamiento externo. Dentro de esta categoría, las dos principales fuentes de financiamiento fueron el Banco Interamericano de Desarrollo (66%) y el Banco Mundial (24%), que en conjunto representan el 90% del financiamiento otorgado para mitigación. Se identificaron además al CIF y a la GIZ con 7% y 2% respectivamente. El rubro de financiamiento mixto se encuentra en segundo lugar con 26.4% del financiamiento total para el período, siendo el Banco Mundial la principal fuente (68%), seguido por la Agencia Francesa de Cooperación (29%), quienes juntos representan el 97% del financiamiento para esta categoría.

México ha recibido financiamiento de otras instituciones entre las cuales, el estudio del INECC identifica a AECID, COCEF, Noruega MFA, UK FCO, FCPF, Fundación Moore GEF, IFAD, ITTO, JICA, LAIF, Nature Conservancy, la Unión Europea y USAID. Recientemente, México ha recibido fondos del FVC para proyectos nacionales y regionales, incluyendo un proyecto de bonos verdes para eficiencia energética, un proyecto binacional de agricultura baja en emisiones y resiliente junto a Guatemala, y un tercer proyecto de energía limpia que incluye a diversos países de América Latina, Europa del Este, África y Asia Pacífico. Es importante recalcar que México no accede a estos fondos mediante una modalidad de acceso nacional, por no tener entidades acreditadas ante el Fondo Verde del Clima (FVC). Todos los proyectos son bajo la modalidad de acceso internacional, a través del BID y el Banco Europeo de Inversiones.

El estudio del INECC (INECC, 2016) proyecta que los fondos disponibles para México, tanto en adaptación como en mitigación seguirán aumentando en los próximos años, como se muestra en la Figura 36. Esto posiblemente se explica por el éxito que el país ha tenido en captar estos fondos en el pasado, y la experiencia que ha adquirido en el proceso de captación de financiamiento de las distintas fuentes. Sin embargo, el país aún puede trabajar en aspectos como la acreditación de entidades nacionales ante el FVC y el Fondo de Adaptación.

Figura 36. Proyección de montos disponibles para adaptación y mitigación en México



Financiamiento para las medidas del sector agropecuario

Uno de los principales instrumentos para canalizar los flujos de financiamiento climático en México es el Fondo para el Cambio Climático, que es un fideicomiso creado por la Ley General de Cambio Climático (LGCC) de 2012 (DOF, 2012). El Fondo se crea con el objetivo de captar y canalizar recursos financieros públicos, privados, nacionales e internacionales, para apoyar la implementación de acciones para enfrentar el cambio climático. Según la LGCC, el patrimonio del Fondo para el Cambio Climático se constituirá por:

- Los recursos anuales que, en su caso, señale el PEF y aportaciones de otros fondos públicos;
- Las contribuciones, pago de derechos y aprovechamientos previstos en las leyes correspondientes;
- Las donaciones de personas físicas o morales, nacionales o internacionales;
- Las aportaciones que efectúen gobiernos de otros países y organismos internacionales.
- El valor de las reducciones certificadas de emisiones de proyectos implementados en los Estados Unidos Mexicanos que de forma voluntaria el fondo adquiera en el mercado, y
- Los demás recursos que obtenga, previstos en otras disposiciones legales.

En 2016, el Fondo para el Cambio Climático había aprobado 11 proyectos, con un aporte de 68 millones de pesos, principalmente en temas de adaptación y de educación, pues la LGCC establece que el Fondo debe dar prioridad a la adaptación (CEPAL, 2016).

Sin embargo, México cuenta con otros instrumentos, entre los cuales se destacan el Fondo para la Transición Energética y Aprovechamiento Sustentable de la Energía (FOTEASE), el Fondo de Sustentabilidad Energética (FSE) y el Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN). Además, cuenta con la banca de desarrollo, dentro de la cual se encuentran instituciones como la Nacional Financiera (NAFIN), el Banco Nacional de Otras y Servicios Públicos (BANOBRAS), y la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), aunque en algunos casos, estos bancos sirven para canalizar recursos que provienen de fuentes externas (INECC, 2016).

En el caso de las medidas del sector agropecuario, los recursos provienen en parte del presupuesto federal y en parte de fuentes externas. Este financiamiento se canaliza a través de los distintos programas del gobierno, como el Programa de Fomento a la Agricultura, Programa Integral de Desarrollo Rural, Programa de Fomento Ganadero, y el Programa de Fomento a la Productividad Pesquera y Acuícola, a los cuáles se han ido agregando nuevos programas como el Programa de Productividad y Competitividad Agroalimentaria (2016), el Programa de Apoyos a Pequeños Productores (2017).

Para hacer llegar estos recursos a los beneficiarios, se utilizan instrumentos como el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO). FIRCO fue creado en 1981, con el objetivo de apoyar programas orientados a corregir faltantes de productos básicos, destinados a satisfacer necesidades nacionales; apoyar la realización de inversiones, obras o tareas necesarias para lograr el incremento de la productividad de la tierra; apoyar la adopción de tecnología y administrar los estímulos que por su conducto otorgue el Gobierno Federal (SAGARPA, 2018). El Fideicomiso ha recibido fondos del PEF y del Banco Mundial para las acciones de instalación de biodigestores. En otros casos, como el de la meta de Agricultura de Conservación, los recursos provienen del PEF y son entregados a terceros, en este caso al CIMMYT, mediante convenios con el gobierno.

Los recursos también se canalizan a través de la banca privada y de desarrollo, como por ejemplo Financiera Rural (que combina créditos con subsidios), el Banco de Bajío, FIRA, FinTerra, CONSEDE, Consol Negocios, entre otros (IRRI, 2014).

Adicionalmente, se pueden movilizar otras fuentes de financiamiento, como créditos privados o créditos mediante el registro de proyectos que generen Emisiones Reducidas Certificadas (CER) en base a los distintos estándares existentes.

Se espera que, al finalizar las negociaciones sobre las reglas y procedimientos para la implementación del Acuerdo de París, durante la COP 24 de Polonia en diciembre de 2018, exista mayor claridad sobre los mecanismos de mercado bajo el Acuerdo, incluyendo los Resultados de Mitigación de Transferencia Internacional (ITMO, por sus siglas en inglés), los cuáles constituirán un nuevo mecanismo de financiamiento para los proyectos ligados a las metas de la CND.

Adaptación y sinergias adaptación-mitigación

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, define Adaptación como:

“las iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados de un cambio climático”³⁸

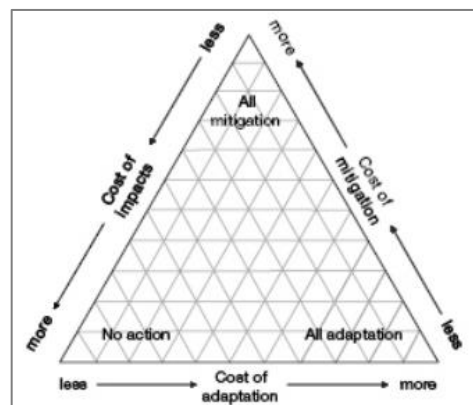
Relaciones entre mitigación y adaptación

La mitigación y la adaptación son los dos grandes pilares sobre los que se debe asentar un desarrollo sostenible que tenga en cuenta la problemática global del cambio climático. Sin embargo, sus ámbitos de operación y tiempos difieren en gran medida.

Los esfuerzos en mitigación están encaminados a reducir el impacto futuro del cambio climático. Sin embargo, debido a los largos periodos de atraso en el sistema climático, los esfuerzos de mitigación no serán capaces de impedir una cierta cantidad de cambio climático. Por el contrario, la adaptación trata principalmente las vulnerabilidades existentes o previstas a corto plazo (las de más largo plazo son más difíciles de prever). Sin embargo, si los esfuerzos se centran exclusivamente en adaptación, la magnitud del cambio climático aumentaría en gran medida, haciendo muy costoso o imposible adaptarse al cambio (IPCC, 2007).

Estas interrelaciones constituyen una pirámide que se refleja en la Figura 37 siguiente:

Figura 37. Relación entre mitigación y adaptación



Fuente: Materiales de capacitación del CGE -evaluación de la mitigación

Tanto la adaptación como la mitigación dependen de los bienes de capital (incluido el capital social) que son siempre bienes escasos. Por tanto, muchas veces, se ven a ambas como prioridades en competencia por estos recursos. Sin embargo, son herramientas asociadas y con fuertes interacciones. Esas interacciones y

³⁸ IPCC. (2007) Cambio climático 2007: Informe de síntesis

sinergias, así como la elaboración de medidas mixtas de mitigación y adaptación, pueden ser desarrolladas dentro de la planificación de los objetivos de desarrollo sostenible.

Sin embargo, como se comentó anteriormente, la naturaleza de sus beneficios varía:

- Mitigación: global y a largo plazo
- Adaptación: local y a corto plazo

Normativa y legislación en México

En México, los instrumentos rectores de la política nacional en materia de cambio climático son:

- la Ley General de Cambio Climático,
- la Estrategia Nacional de Cambio Climático
- el Programa Especial de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático establece, entre otros aspectos, que los objetivos de la política nacional en materia de adaptación son: reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático, y fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos.

En concordancia con lo anterior, la Estrategia Nacional de Cambio Climático, establece tres ejes estratégicos en materia de adaptación:

1. Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia del sector social ante los efectos del cambio climático
2. Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático
3. Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen.

Asimismo, el Programa Especial de Cambio Climático contempla 2 objetivos relacionados con la adaptación al cambio climático:

- **Objetivo 1.** Reducir la vulnerabilidad de la población y sectores productivos e incrementar su resiliencia y la resistencia de la infraestructura estratégica. El cual concentra acciones de la Administración Pública Federal para la adaptación al cambio climático en los ámbitos de gestión integral del riesgo y del territorio; riesgos de salud de la población; resistencia de la infraestructura estratégica existente y en el diseño y construcción de la nueva, así como reducción de la vulnerabilidad en los sectores de industria y servicios.

- **Objetivo 2.** Conservar, restaurar y manejar sustentablemente los ecosistemas garantizando sus servicios ambientales para la mitigación y adaptación al cambio climático. El cual establece estrategias y líneas de acción para garantizar el desarrollo de una economía competitiva fortaleciendo la conservación, uso, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, que proveen servicios ambientales necesarios para enfrentar el cambio climático. Asimismo, el objetivo busca fortalecer el manejo comunitario de los ecosistemas, atender las presiones inmediatas sobre estos, así como aprovechar los sectores forestal, agropecuario y de otros usos del suelo para la reducción de emisiones y captura de carbono.

La implementación de acciones para la adaptación al cambio climático en México, al igual que en muchos otros países con diferentes grados de desarrollo económico, es una experiencia reciente. El conocimiento sobre la mejor forma de adaptarse al cambio climático se ha ido construyendo progresivamente. Dos aspectos importantes por considerar son: a) la incertidumbre que aún existe en torno a los impactos del cambio climático —su tipo, magnitud y naturaleza—, incertidumbre que dificulta delimitar las acciones de adaptación; b) el dinamismo de la vulnerabilidad a los impactos, que demanda la realización de evaluaciones periódicas para comprender mejor esos procesos³⁹.

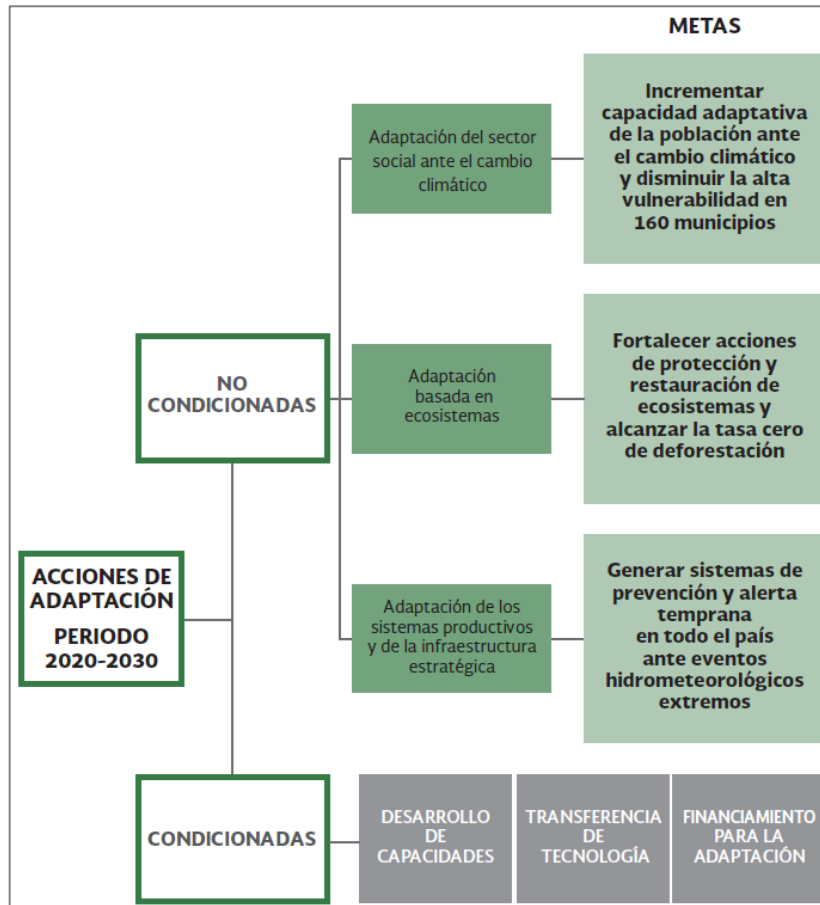
Compromisos de adaptación de México en la Contribución Nacional Determinada

En función de lo anterior, se desarrollará el componente de adaptación de los Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030⁴⁰, con compromisos no condicionados y condicionados al 2030 centrados en tres metas que se muestra en la siguiente Figura 38.

³⁹ SEMARNAT-INECC (2012). Adaptación al cambio climático en México: visión, elementos y criterios para la toma de decisiones.

⁴⁰ Gobierno de México (2015) Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030.

Figura 38. Estrategia de adaptación no condicionada y condicionada



Fuente: Gobierno de México (2015) Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030.

Estas metas se desarrollan a través de acciones. La prioridad de estas acciones es proteger a la población de los efectos del cambio climático, como son los fenómenos hidrometeorológicos extremos y, de manera paralela, aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica del país y de los ecosistemas que albergan nuestra biodiversidad y nos proveen de importantes servicios ambientales (Gobierno de México, 2015).

Las acciones de adaptación a desarrollar se muestran en la siguiente Tabla 34.

Tabla 34. Metas y acciones de adaptación incluidas en la Contribución de México

Sector social	Adaptación basada en ecosistemas	Infraestructura estratégica y sectores productivos
Lograr la resiliencia del 50% de los municipios más vulnerables del país	Alcanzar en el 2030 la tasa cero de deforestación	Instalar sistemas de alerta temprana y gestión de riesgo en los tres niveles de gobierno
<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar enfoque climático, de género y de derechos humanos en todos los instrumentos de planeación territorial y gestión del riesgo 	<ul style="list-style-type: none"> • Reforestar las cuencas altas, medias y bajas considerando sus especies nativas 	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar y monitorear tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales en asentamientos humanos mayores a 500 000 habitantes
<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar los recursos financieros para la prevención y atención de desastres 	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar la conectividad ecológica y la captura de carbono mediante conservación y restauración 	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar la seguridad de infraestructura estratégica
<ul style="list-style-type: none"> • Establecer la regulación del uso del suelo en zonas de riesgo 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la captura de carbono y la protección de costas mediante la conservación de ecosistemas costeros 	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar criterios de cambio climático en programas agrícolas y pecuarios
<ul style="list-style-type: none"> • Gestión integral de cuencas para garantizar el acceso al agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Sinergias de acciones REDD+ 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar la norma de especificaciones de protección ambiental y adaptación en desarrollos inmobiliarios turísticos costeros
<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar la capacitación y participación social en la política de adaptación 	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar la gestión integral del agua en sus diferentes usos (agrícola, ecológico, urbano, industrial, doméstico) 	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar criterios de adaptación en proyectos de inversión pública que consideren construcción y mantenimiento de infraestructura

Fuente: Gobierno de México (2015) *Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030.*

Identificación de sinergias entre las metas de mitigación y la adaptación

Existe una clara sinergia entre las metas de mitigación y adaptación al cambio climático recogidas en los compromisos de México. Este es el resultado de un desarrollo conjunto y armonizado de los objetivos generales de México con respecto al cambio climático.

Ninguna de las metas del sector Agropecuario está directamente identificadas dentro del documento de compromisos (Gobierno de México, 2015). Este documento es de carácter más general y engloba las acciones de adaptación del sector agropecuario dentro de la acción “Incorporar criterios de cambio climático en programas agrícolas y pecuarios”.

La Meta 1 “Instalación y operación de biodigestores” y la Meta 2 “Reducción del uso de fertilizantes sintéticos” tiene un enfoque claramente mitigador, no existiendo una relación directa con la adaptación. Sin embargo, si representan la incorporación del criterio de cambio climático en programas agrícolas y pecuarios.

La Meta 3 “Agricultura de conservación” sí tiene una relación directa con la adaptación. El objetivo de la medida es la aplicación de prácticas más sostenibles al cultivo del trigo y maíz. Uno de los efectos es la mejora de la calidad de los suelos en las tierras de cultivo, lo que favorece la producción y, por tanto, la seguridad alimentaria.

Referencias

- AEAC.SV. (2017). *Beneficios de la agricultura de conservación en un entorno de cambio climático*. Cordoba, España. Obtenido de http://www.agriculturadeconservacion.org/Estudio_AEAC.pdf
- Blanco, M., & Martínez, P. (2014). *Towards Rural Synergies and Trade-offs between Economic Development and Ecosystem Services (Baseline validation I)*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/314260365_Baseline_validation_I_Baseline_process_for_selected_agroeconomic_models
- CDKN. (2016). *Planning for NDC Implementation, Quick Start Guide and Reference Manual*. Obtenido de <https://www.cdkn.org/ndc-guide/wp-content/uploads/2016/12/Quick-Start-Guide-final-pdf.pdf>
- CEMDA. (2016). *Informe sobre la pertinencia biocultural de la legislación mexicana y su política pública para el campo*. México. Obtenido de <https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2016/12/InformeMasAgro.pdf>
- CENAPRED. (2016). *Impacto Socioeconómico de los Desastres en México durante 2016*. Obtenido de <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/368-RESUMENEJECUTIVOIMPACTO2016.PDF>
- CEPAL. (2016). *www.cepal.org*. Obtenido de https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/fondo_para_el_cambio_climatico_2016_mexico.pdf
- CGE. (2006). *Training Handbook on Mitigation Assessment for Non-Annex I Parties*. Retrieved from http://unfccc.int/resource/cd_roms/na1/mitigation/Handbook/MitigationHandbook_11May2006.pdf
- CGE. (n.d.). *CGE Training Materials for the Preparation of Biennial Update Reports from non-Annex I Parties*. Retrieved from <https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/support-for-developing-countries/training-opportunities/training-materials-for-the-preparation-of-biennial-update-reports-from-non-annex-i-parties>
- CGE. (s.f.). *CGE Training Materials for the Preparation of National Communications from non-Annex I Parties*. Obtenido de <https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/support-for-developing-countries/training-opportunities/training-materials-for-the-preparation-of-national-communications-from-non-annex-i-parties>
- CICC. (2007). *Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENECC 2007)*. Obtenido de https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2010/10/3489estrategia_nacional_cambio_climatico_2007.pdf

- CIMMYT. (2017). *Informe final - Línea de Acción 1 Desarrollo Sustentable con el Productor (MasAgro productor)*.
- CMNUCC. (2002). *Decisión 17/CP.8: Guía sobre las comunicaciones nacionales de países no anexo 1*. Obtenido de <https://unfccc.int/resource/docs/cop8/07a02.pdf#page=2>
- CMNUCC. (2002). *Decision 2/CP.17: Guidelines for the preparation of national communications from Parties not included in Annex I to the Convention*. Nueva Delhi, India. Retrieved from <http://unfccc.int/resource/docs/cop8/07a02.pdf#page=2>
- CMNUCC. (2004). *Manual de Usuario para las Directrices sobre Comunicaciones Nacionales de las Partes No Anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Bonn, Alemania. Obtenido de http://unfccc.int/resource/userman_nc_sp.pdf
- CMNUCC. (2011). *Decisión 2/CP.17 (Annex III): Guía para la preparación de informes bianuales de países no anexo 1*. Obtenido de <http://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/eng/09a01.pdf#page=39>
- CMNUCC. (2013). *Decision 24/CP.19: Revision of the UNFCCC reporting guidelines on annual inventories for Parties included in Annex I to the Convention*. Varsovia, Polonia. Retrieved from <https://unfccc.int/resource/docs/2013/cop19/eng/10a03.pdf>
- CMNUCC. (2017). *Handbook for Review of National GHG Inventories*. Obtenido de https://unfccc.int/sites/default/files/reviewhandbook_ghg_inventories_2017.pdf
- CMNUCC. (n.d.). *GHG Review Tools*. Retrieved from <http://rt.unfccc.int/>
- Comisión Europea. (2016). *EU Agricultural Outlook: Prospect for the EU agricultural markets and income 2016-2026*. Obtenido de https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/markets-and-prices/medium-term-outlook/2016/2016-fullrep_en.pdf
- Comisión Europea. (2016). *EU Reference Scenario 2016 Energy, transport and GHG emissions Trends to 2050*. Obtenido de https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20160713%20draft_publication_REF2016_v13.pdf
- DG CLIMA (EU). (2012). *GHG Projections Guidelines*. Obtenido de https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/strategies/progress/monitoring/docs/ghg_projection_guidelines_a_en.pdf
- DOF. (1992). *Ley Agraria*. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/13_250618.pdf
- DOF. (2012). *Ley General de Cambio Climático*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/347021/LGCC_130718.pdf
- DOF. (2012). *Presupuesto de egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2013*. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/pef_2013/PEF_2013_abro.pdf

- DOF. (2013). *Presupuesto de egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2014*. Obtenido de <http://www.cofemer.gob.mx/documentos/marcojuridico/rev2016/PEF%202014.pdf>
- DOF. (2014). *Presupuesto de egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2015*. Obtenido de <https://www.puertomanzanillo.com.mx/upl/sec//Presupuesto%20de%20Egresos%20de%20la%20Federacion%20para%20el%20Ejercicio%20Fiscal%202015.pdf>
- DOF. (2015). *Presupuesto de egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2016*. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/pef_2016/PEF_2016_abro.pdf
- DOF. (2016). *Presupuesto de egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2017*. Obtenido de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5463184&fecha=30/11/2016
- DOF. (2017). *Presupuesto de egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2018*. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/PEF_2018_291117.pdf
- DOF. (2017). *Reglas de operación del Programa de Fomento de la Agricultura para el ejercicio fiscal 2018*. Ciudad de México, México. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/285197/DOF_-_Programa_de_Fomento_a_la_Agricultura.pdf
- DOF. (2018). *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS_050618.pdf
- Environmental Protection Agency of the USA. (2018). *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks*. Retrieved from <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks-1990-2016>
- FAO. (2018). *FAOSTAT-base de datos*. Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#home>
- FIRCO. (2010). *Diagnóstico General de la Situación Actual de los Sistemas de biodigestión en México*.
- FIRCO. (2017). *Diagnóstico de la situación actual de los efluentes generados a partir de los sistemas de biodigestión desarrollados en México bajo el esquema de apoyo FIRCO-Banco Mundial*. Ciudad de México, México.
- FIRCO-Banco Mundial. (2015). Línea Base FIRCO-Banco Mundial.
- Gobierno de México. (2009). *Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 (PECC 2009)*. Obtenido de <http://gia.imta.mx/geoportal/docs/PECC.pdf>
- Gobierno de México. (2014). *Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC 2014)*. Obtenido de http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/transparencia/programa_especial_de_cambio_climatico_2014-2018.pdf

- Gobierno de México. (2015). *Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162974/2015_indc_esp.pdf
- Gobierno de México. (2015). *Intended Nationally Determined Contribution (INDC)*. Retrieved from <http://www4.unfccc.int/Submissions/INDC/Published%20Documents/Mexico/1/MEXICO%20INDC%2003.30.2015.pdf>
- Gobierno de México. (2017). *Extracto Del 5to. Informe De Gobierno 2016-2017 sector Rural*. Obtenido de https://documentop.com/extracto-del-5to-informe-de-gobierno-2016-2017-_59b40d141723ddd37aec3c0c.html
- IFA. (2017). *Fertilizer Outlook 2017 – 2021*. Marrakesh, Marruecos. Retrieved from https://www.fertilizer.org/images/Library_Downloads/2017_IFA_Annual_Conference_Marrakech_PIT_AG_Fertilizer_Outlook.pdf
- INECC. (2015). *Narrativas del sector Agropecuario*.
- INECC. (2016). *Diálogo Público-Privado de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (CND) Sector agricultura y ganadería*. Recuperado el 01 de 06 de 2018, de <https://www.gob.mx/inecc/prensa/el-inecc-llevo-a-cabo-el-dialogo-publico-privado-del-sector-agricola-y-ganadero-el-sexto-sobre-las-contribuciones-nacionalmente-determinadas-cnd-de-mexico-para-enfrentar-el-cambio-climatico?idiom=es>
- INECC. (2016). *Financiamiento a las acciones de mitigación en México: Evaluación de las experiencias y perspectivas del financiamiento a acciones de mitigación de emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero en México*. México: INECC.
- INECC. (2017). *Modelo para la estimación de emisiones de línea base en el sector Agropecuario*.
- INECC. (2018). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGyCEI)*. Obtenido de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero-inegycei>
- INECC/SEMARNAT. (2012). *Adaptación al cambio climático en México: visión, elementos y criterios para la toma de decisiones*. Obtenido de <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/CD001364.pdf>
- INECC/SEMARNAT. (2012). *Quinta Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Ciudad de México, México. Obtenido de https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Mexico%20FifthNatcom_Spanish.pdf
- INECC/SEMARNAT. (2015). *Primer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México. Obtenido de <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/MEXBUR1.pdf>

- INEGI. (2014). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2014*. Recuperado el 2018, de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/agropecuarias/ena/ena2014/#Mas>
- IPCC. (2003). *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. Hayama, Japan: IGES. Retrieved from <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf.html>
- IPCC. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Hayama, Japan: IGES. Retrieved from <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- IPCC. (2006). *IPCC FAQ*. Retrieved 06 01, 2018, from <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/faq/faq.html>
- IPCC. (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra, Suiza. Obtenido de http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf
- IPCC. (2014). *2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto*. Switzerland: IPCC. Obtenido de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/kpsg/index.html>
- IRRI. (2013). *Building from Lessons Learned to Promote Anaerobic Digestion Technology for Manure Management in Mexico. Phase II: Developing Pathways for Private Sector Investment – Final Project Report*.
- IRRI. (2014). *Handbook for the Implementatio of Agricultural Livestock Methane Capture Projecys in Mexico*. Mexico: IRRI.
- IRRI. (2014). *Manual para la implementación de proyectos de captura de metano emitido por la agricultura y ganadería en México*. Ciudad de México, México.
- IRRI. (2015). *Anaerobic Biodigester Technology in Methane Capture and Manure Management in Mexico*.
- Martínez, A., Salgado, A., & Vázquez, S. (2017). *Tendencias recientes del sector primario en México: Análisis Sectorial*. Observatorio Económico México. Obtenido de https://www.bbvarsearch.com/wp-content/uploads/2017/03/170316_Mexico_Agropecuario.pdf
- McKensey&Company. (2009). *Pathways to Low Carbon Economy*. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability-and-resource-productivity/our-insights/pathways-to-a-low-carbon-economy>
- Michaelowa, A., & Butzengeiger, S. (2017). *Ensuring additionality under Art. 6 of the Paris Agreement*. Retrieved from https://static1.squarespace.com/static/54ff9c5ce4b0a53decccfb4c/t/5a8b5e288165f58a19e13f5f/1519083068591/Art._6_Additionality_Perspectives_PRINT.pdf
- Ministerio de Medio Ambiente de Chile. (2014). *Primer Informe Bienal de Actualización de Chile*. Obtenido de <http://unfccc.int/resource/docs/natc/chlbur1es.pdf>

- ODI. (2017, Noviembre). *www.odi.org*. Retrieved from <https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/resource-documents/11850.pdf>
- OECD/FAO. (2016). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025*. Paris: OECD Publishing. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-en
- OECD/FAO. (2017). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2017-2026*. Paris: OECD Publishing. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2017-en
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. (06 de 09 de 2017). *Presenta PROFEPA a 74 personas ante MPF por violar leyes en materia de recursos naturales*. Obtenido de <https://www.gob.mx/profepa/prensa/presenta-profepa-a-82-personas-ante-mpf-por-violar-leyes-en-materia-de-recursos-naturales?idiom=es>
- Red Mexicana de Bioenergías, A.C. (2012). *Producción de biogas en México: Estado actual y perspectivas*. México.
- Rincón-Cristóbal, J. J., Tzamtzis, I., Argueta-Tejeda, B., & Sánchez Jiménez, B. (2018). *Implementando Acciones de Mitigación: Guía de potenciales, barreras, oportunidades y necesidades*. Proyecto 00085488 "México: Sexta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático". INECC. Madrid, España: PNUD México.
- SAGARPA. (2013). *Labranza de conservación 5*. Montecillo, Estado de México.
- SAGARPA. (2013). *Memoria documental del programa "Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional" 2010-2012*. Obtenido de <http://www.sagarpa.mx/irc/Memorias%20Documentales/MEMORIA%20DOCUMENTAL%20MASAGRO.pdf>
- SAGARPA. (2015). *Uso de fertilizantes*. Obtenido de <http://www.sagarpa.mx/desarrolloRural/Paginas/tecnologiasatualcance.aspx>
- SAGARPA. (2016). *Solicitud de información No. 0000800025616 presentada a través del Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI)*. Obtenido de <https://www.infomex.org.mx/gobiernofederal/moduloPublico/moduloPublico.action>
- SAGARPA. (2016). *Solicitud de información No. 0000800216016 presentada a través del Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (INAI)*. Obtenido de <https://www.infomex.org.mx/gobiernofederal/moduloPublico/moduloPublico.action>
- SAGARPA. (2017). *Listado de beneficiarios del incentivo de Recuperación de Suelos con Degradación Agroquímica*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sagarpa/documentos/mejoramiento-productivo-del-suelo-y-agua-listado-de-beneficiarios>
- SAGARPA. (2017). *Quinto Informe de Labores 2016-2017*.

- SAGARPA. (2018). *Componente PROGAN Productivo 2018*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sagarpa/acciones-y-programas/componente-progan-productivo-2018>
- SAGARPA. (2018). *Programa de Fomento Ganadero 2018*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sagarpa/acciones-y-programas/programa-de-fomento-ganadero-2018>
- SAGARPA. (10 de Julio de 2018). *www.sagarpa.gob.mx*. Obtenido de <https://sagarpa.gob.mx/datos-abiertos/firco>
- SAGARPA-FAO. (2012). *Diagnóstico del sector rural y pesquero de México*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-bc980s.pdf>
- Santiago-De La Rosa, N., González-Cardoso, G., Figueroa-Lara, J., Gutiérrez-Arzaluz, M., Octaviano-Villasana, C., Ramírez-Hernández, I., & Mugica-Álvarez, V. (2018). Emission factors of atmospheric and climatic pollutants from crop residues burning. *Journal of the Air & Waste Management Association*(68:8), 849-865. doi:10.1080/10962247.2018.1459326
- SEMARNAT. (2013). *Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40 (ENCC 2013)*. Ciudad de México, México. Obtenido de http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/06_otras/ENCC.pdf
- SENER. (2017). *Mapa de ruta tecnológica. Biocombustibles sólidos*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/306074/Mapa_de_Ruta_Tecnologica_BCS_SENER_220218-Red1.pdf
- SENER. (2017). *Proyecto de Agro-Energía para la Sostenibilidad (propuesta)*. Obtenido de <https://www.gob.mx/sener/documentos/marco-de-gestion-ambiental-y-social-y-evaluacion-de-impacto-ambiental-paes>
- SIAP. (2015). *Norma Técnica para el Levantamiento de Estadística Básica Agropecuaria*.
- SIAP. (14 de junio de 2018). *Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta*. Obtenido de <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- USDA. (2014). *Biogas Opportunities Roadmap*. Obtenido de https://www.usda.gov/oce/reports/energy/Biogas_Opportunities_Roadmap_8-1-14.pdf
- Valenzuela Pacheco, P. (2010). *Curvas de abatimiento de CO2*. Obtenido de <http://www2.elo.utfsm.cl/~elo383/apuntes/InformeCurva.pdf>
- Vela Correa, G., López Blanco, J., & Rodríguez Gamiño, M. (2012). Niveles de carbono orgánico total en el Suelo de Conservación del Distrito Federal, centro de México. (UNAM, Ed.) *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*(77), 18-30. Obtenido de <http://www.investigacionesgeograficas.unam.mx/index.php/rig/article/viewFile/31007/28714>

Anexo I – Guía De Potenciales, Barreras, Oportunidades Y Necesidades

Este documento se complementa con la Guía de potenciales, barreras, oportunidades y necesidades⁴¹ desarrollada en el marco de esta consultoría y que está adjunta a este informe.

⁴¹ (Rincón-Cristóbal, Tzamtzis, Argueta-Tejeda, & Sánchez Jiménez, 2018)

Directorio de actores clave gel GT-Agropecuario

NOMBRE	INSTITUCIÓN	ÁREA	Puesto	CORREO ELECTRONICO	TELÉFONO
Adrián Vega López	SAGARPA	Dirección General Adjunta de la Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA)	Subdirector de Estudios de la Flora y Suelos Para Fines Pecuarios	avega.cgg@sagarpa.gob.mx	38711000 ext. 33249
Arturo Caso Aguilar	SEMARNAT	Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental	Director de Políticas y Estudios para el Cambio Climático y Manejo Ecosistémico	arturo.caso@semarnat.gob.mx	54900900 ext. 12308
Beatriz Sánchez	Aether	Área de Cambio Climático	Consultor Senior	beatriz.sanchez@aether-es.com	
Bertha Helena de Buen Richkarday	PNUD-INECC	6 ^a Comunicación Nacional de Cambio Climático	Senior Expert	helena.debuen@inecc.gob.mx	54246400 ext. 13336
Carlos Matías Figueroa	INECC	Coordinación General de Crecimiento Verde	Subdirector de Instrumentos Económicos para el Crecimiento Verde	carlos.matias@inecc.gob.mx	
Claudia Lizbeth Benítez Turado	SAGARPA	Dirección de Productividad y Desarrollo Tecnológico		claudia.btz.jurado@gmail.com	5516879330
Claudia Octaviano Villasana	INECC	Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático	Coordinador General de Cambio Climático y desarrollo Bajo en Carbono	claudia.octaviano@inecc.gob.mx	
Cuauhtémoc Cuacuas Marcue	FIRCO	Dirección Ejecutiva de Apoyo a los Agronegocios	Subgerente de Estudios de Preinversión	cuauhtemoc.cuacuas@firco.sagarpa.gob.mx	50621200 ext. 31022
Daniel Sosa Granados	INECC	Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático	Subdirector de Prospectivas de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	roberto.sosa@inecc.gob.mx	
Diana Karin Guzmán Torres	SEMARNAT	Dirección de Políticas de Mitigación del Cambio Climático	Directora de Políticas de Mitigación del Cambio Climático	diana.guzman@semarnat.gob.mx	54900900 ext. 22127
Eduardo Róbelo González	SEMARNAT	Dirección General de Políticas Para el Cambio Climático	Consultor del Área de Adaptación Al Cambio Climático	eduardo.robelo@semarnat.gob.mx	

NOMBRE	INSTITUCIÓN	ÁREA	Puesto	CORREO ELECTRONICO	TELÉFONO
Ernesto Ruiz Gutiérrez	INECC	Dirección de Planeación y Gestión de Evaluaciones	Subdirector de Planeación de Evaluaciones	ernesto.ruiz@inecc.gob.mx	54246400 ext. 13132
Francisco Luís Aviña Cervantes	INECC	Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático	Jefe de Departamento de Prospectivas de Emisiones en las categorías agropecuaria, forestal, uso de suelo y residuos	francisco.avina@inecc.gob.mx	54246400 ext. 13185
Gerardo Mendiola	PNUD-INECC	6ª Comunicación Nacional de Cambio Climático	Coordinador Sexta Comunicación Nacional Sobre Cambio Climático	gerardo.mendiola@undp.org	5591995816
Gloria Cuevas Guillaumin	SEMARNAT	Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental	Director de Área	gloria.cuevas@semarnat.gob.mx	54902100 Ext. 14591
Irma Fabiola Ramírez Hernández	INECC	Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático	Director de Inventarios y Prospectivas de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	fabiola.ramirez@inecc.gob.mx	54246400 ext. 13199
Israel Lorenzo Felipe	SAGARPA	Dirección de Productividad y Desarrollo Tecnológico	Subdirector de Organismos Genéticamente Modificados	israel.lorenzo@sagarpa.gob.mx	38711000 ext. 34427
Itzcoatl Jacinto Vergara	INMUJERES	Dirección de desarrollo Humano Sustentable	Jefe de departamento de Gestión Social Para la Sustentabilidad	ijacinto@inmujeres.gob.mx	53224200 ext. 3111
Jesús Genaro Arroyo García	SAGARPA	Dirección General de Fibras Naturales y Biocombustibles	Director General de Fibras Naturales y Biocombustibles	jesus.arroyo@sagarpa.gob.mx	38718300 ext. 21423
Jorge Antonio Arcos Rangel	SNITT	Coordinación de Programas y Proyectos	Jefe de Asuntos Internacionales del SNITT	jorge.arcos@snitt.org.mx	38711000 ext. 29501
Jose Antonio Rueda Gaona	SEDATU	Dirección de Sustentabilidad Urbana	Coordinador de desarrollo Urbano Sustentable	jaruedagaona@gmail.com	5510166688
José Lidio Ramírez Navarro	SIAP	Departamento de Sistemas de Información Geográfica	Jefe del departamento de Sistemas de Información Geográfica	jlr Ramirez@agentetecnico.com	38718500 ext. 48332
José Luis Sánchez Salas	SAGARPA	Dirección General de Atención al Cambio Climático en el Sector Agropecuario	Asesor	jose.ssalas@sagarpa.gob.mx	3871 1000 ext. 33485
José María Arroy Vargas	SIAP			jmarroy@siap.gob.mx	38718500 ext. 48467

NOMBRE	INSTITUCIÓN	ÁREA	Puesto	CORREO ELECTRONICO	TELÉFONO
Juan José Rincón Cristóbal	Climate Change Atelier	Área de Medio Ambiente y Cambio Climático	Director de Medio Ambiente y Cambio Climático	juanjose.rincon@ccatelier.es	
Juan Martín Aguilar Hernández	SEMARNAT	Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial	Jefe de departamento de Concertación	martin.aguilar@semarnat.gob.mx	56280600 ext. 12052
Laura Gómez Aiza	INECC	Dirección de Vulnerabilidad y Adaptación Ecológica	Jefatura de departamento de Restauración Ecología y Dinámica Espacial	laura.gomez@inecc.gob.mx	
Lucila Balam de la Vega	INECC	Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático	Subdirector de Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	lucila.balam@inecc.gob.mx	
Lucrecia Torres Palomino	CenAPRED	Dirección de Análisis y Gestión de Riesgos	Subdirector de Sistemas de Información Sobre Riesgos	lucrecia@cenapred.unam.mx	54246100 ext. 17047
Luis Mendoza Cruz	FIRCO	Dirección Ejecutiva de Apoyo a los Agronegocios	Director Ejecutivo de Administración y Finanzas	luis.mendoza@firco.sagarpa.gob.mx	50621200 Ext. 31031
Luz María González Osorio	INECC	Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático	Jefatura de departamento de Prospectivas de Emisiones en las Categorías energía Transporte y Procesos Industriales	luz.gonzalez@inecc.gob.mx	ext. 13405
Marco Heredia Fragoso	INECC	Coordinación General de Cambio Climático Para la Evaluación de las Políticas de Mitigación y Adaptación	Coordinador General de Cambio Climático Para la Evaluación de las Políticas de Mitigación y Adaptación	marco.heredia@inecc.gob.mx	54246400 ext.13289
María del Carmen Juárez Toledo	INMUJERES	Dirección de desarrollo Humano Sustentable	Directora de desarrollo Sostenible y derechos Sociales de las Mujeres	mjuarez@inmujeres.gob.mx	53226030 Ext. 3100
Miguel Ángel García	INECC	Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático	Jefe de Departamento de Vinculación y Esquemas Financieros	miguel.garcia@inecc.gob.mx	54246400 ext. 13341
Miriam Macías Solís	FIRCO	Dirección Ejecutiva de Apoyo a los Agronegocios	Consultor Especialista en Energía Renovable, Eficiencia, Cambio Climático y Desarrollo Sustentable	miris_13@hotmail.com	50621200 ext. 31022
Octavio Tolentino Arévalo	INECC	Coordinación General de Crecimiento Verde	Subdirector de Economía del Capital Natural	octavio.tolentino@inecc.gob.mx	54246100 ext. 13278

NOMBRE	INSTITUCIÓN	ÁREA	Puesto	CORREO ELECTRONICO	TELÉFONO
Oscar Sebastián Araiza Bolaños	INECC	Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático	Director de Proyectos Estratégicos Bajos en Carbono	sebastian.araiza@inecc.gob.mx	54246100 ext. 13225
Santiago Hernández Álvarez	SNITT	Coordinación de Programas y Proyectos	Enlace de Proyectos Interinstitucionales de la Coordinación de Programas y Proyectos	santiago.hernandez@snitt.org.mx	
Sergio Aguilar Rosales	SAGARPA, DGFNB	Dirección General de Fibras Naturales y Biocombustibles	Director General de Fibras Naturales y Biocombustibles	serlucas5464@gmail.com	38711000 ext. 21423
Sergio Lozano Dávila	SAGARPA	Dirección General de Atención al Cambio Climático		sergio.lozano@sagarpa.gob.mx	
Vanessa Maldonado Montero	INECC	Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático	Jefatura de departamento de Metodologías en Los Sectores Agropecuario Forestal Usos de Suelo y Residuos	vanessa.maldonado@inecc.gob.mx	54246400 ext. 13230
Víctor Manuel Celaya	SAGARPA	Dirección General de Atención al Cambio Climático	Director General de Atención Al Cambio Climático	victor.celaya@sagarpa.gob.mx	38711124 ext. 33467

Derechos Reservados © 2018

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209, Colonia Jardines en la Montaña,
Delegación Tlalpan, CP. 14210, Ciudad de México.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Montes Urales 440, Colonia Lomas de Chapultepec,
Delegación Miguel Hidalgo, CP.11000, Ciudad de México.

Este trabajo se realizó con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial a través del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo para la Sexta comunicación Nacional ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

