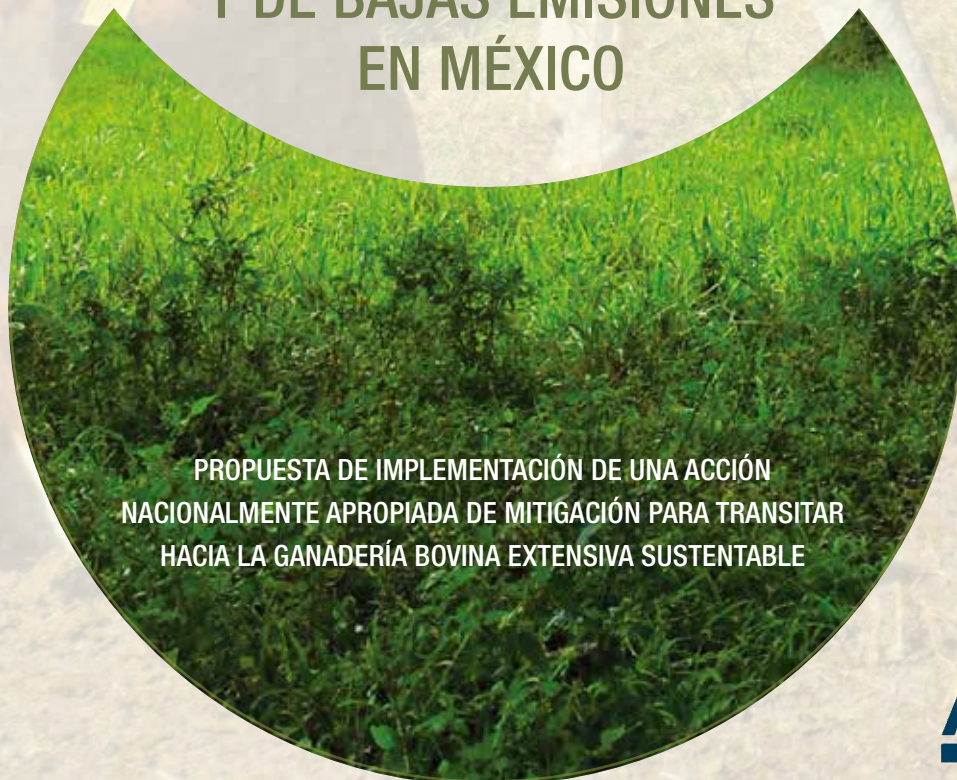


HACIA UNA
**GANADERÍA
SUSTENTABLE**

Y DE BAJAS EMISIONES
EN MÉXICO



PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA ACCIÓN
NACIONALMENTE APROPIADA DE MITIGACIÓN PARA TRANSITAR
HACIA LA GANADERÍA BOVINA EXTENSIVA SUSTENTABLE

HACIA UNA
**GANADERÍA
SUSTENTABLE**
Y DE BAJAS EMISIONES
EN MÉXICO

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UNA ACCIÓN
NACIONALMENTE APROPIADA DE MITIGACIÓN PARA TRANSITAR
HACIA LA GANADERÍA BOVINA EXTENSIVA SUSTENTABLE



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN
PARA LA AGRICULTURA (IICA), 2020



Hacia una Ganadería Sustentable y de Bajas Emisiones en México: una propuesta de implementación de una acción nacionalmente apropiada de mitigación para transitar hacia la ganadería bovina extensiva sustentable por IICA se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-Compartir igual 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>)
Creado a partir de la obra en www.iica.int.

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio Web institucional en <http://www.iica.int>

Coordinación editorial: Leticia Deschamps Solórzano
Autores: Leticia Deschamps Solórzano, José Ángel Domínguez Vizcarra, Adrián Vega López, Miguel Ángel García García, Carlos González-Rebeles, Dafne Carmona, Enrique Mendez Guzmán y Luis Ortega Reyes.
Corrección de estilo: Norma D. García García
Diseño de portada y diagramación: Miriam Verónica Santos Monter
Impresión: Offset Rebosan

Hacia una Ganadería Sustentable y de Bajas Emisiones en México: una propuesta de implementación de una acción nacionalmente apropiada de mitigación para transitar hacia la ganadería bovina extensiva sustentable / Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.. – México : IICA, 2020.
100 p.; 21 cm X 28 cm.

ISBN: 978-92-9248-901-4

1. Políticas públicas 2. Ganadería extensiva 3. Emisiones de gases de efecto invernadero 4. Mitigación 5. Captura de Carbono 6. Adaptación 7. Sustentabilidad 8. Cooperación 9. Bovina 10. Mercados 11. Financiamiento 12. Adopción de innovaciones 13. Cambio climático 14. Cadenas de valor 15. Paisaje 12. México I. IICA II. Título

AGRIS
L01

DEWEY
338.146 272

Ciudad de México
2020

Índice

PRESENTACIÓN	5	EMISIONES DE GASES DE EFECTO	
INTRODUCCIÓN	9	INVERNADERO DE LA GANADERÍA	
CONTEXTO DE LA POLÍTICA		EXTENSIVA Y EL POTENCIAL	
CLIMÁTICA NACIONAL	13	DE MITIGACIÓN DE LA NAMA GS	41
SITUACIÓN DE LA GANADERÍA		Estado del arte de las emisiones en México	41
EXTENSIVA EN MÉXICO	15	Sumideros de carbono por tipo de	
NAMA DE GANADERÍA SUSTENTABLE		vegetación de acuerdo con el IPCC,	
Y DE BAJAS EMISIONES	19	considerados en el último inventario	57
Objetivos	19	Escenarios	58
Población objetivo	20	CAMBIO TRANSFORMACIONAL	71
Alcance	21	Resultados e impactos esperados	72
Componentes	22	ANEXO 1	
Tecnologías	23	METODOLOGÍA Y FUENTES	
Enfoque de cadena	24	DE INFORMACIÓN	77
Enfoque de paisaje	24	ANEXO 2	
Colaboración interinstitucional	27	GRUPOS DE TECNOLOGÍAS	79
Mecanismos financieros		ANEXO 3	
y modelos de negocios regionales	30	CRITERIOS TIER	85
Sistema de innovación en Ganadería		REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
Sustentable-Bajas Emisiones	36	GLOSARIO	92
Sistema MRV apropiado por los beneficiarios	38		





Presentación



El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), como organismo especializado de la agricultura del Sistema Interamericano tiene como objetivo principal promover el desarrollo agrícola y el bienestar rural de sus países miembros. Para cumplir su misión, el IICA brinda asesoría técnica calificada a sus diferentes socios estratégicos para promover un sector agrícola cada vez más competitivo, más incluyente y sostenible.

Por su naturaleza, sus principios y valores; y con el fin de lograr la resiliencia del sector a los cambios en patrones climáticos y al fomento de modelos de desarrollo bajos en emisiones, el IICA brinda especial atención a proyectos agroalimentarios que promueven la mitigación y la adaptación al cambio climático, atendiendo también los impactos de la desertificación, conservación ambiental, eficiencia energética y conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Asimismo, desarrolla proyectos orientados a la reducción de la pobreza, la reducción de la exclusión, el acceso a servicios básicos, la equidad de género, la transparencia y el desarrollo social, enmarcados en la Agenda 2030 y en los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En el caso particular de México, y en el contexto actual asociado a los efectos de la pandemia causada

por el COVID-19, y ante la necesidad de repensar nuestros paradigmas de desarrollo, el IICA trabaja en programas de cooperación técnica en temáticas asociadas a la seguridad alimentaria, sanidad agropecuaria e inocuidad de los alimentos; gestión de la innovación, bioeconomía, comercialización de productos agropecuarios; extensión, gestión territorial y agricultura familiar; y en proyectos vinculados a la mitigación y adaptación al cambio climático y gestión de riesgo.

Es en ese sentido que el IICA se encuentra activamente involucrado en el diseño e implementación de la Acción Nacionalmente Apropriada de Mitigación (Nationally Appropriate Mitigation Actions, NAMA, por sus siglas en inglés) de Ganadería Sustentable y de Bajas Emisiones (NAMA GS), en asociación con la Coordinación General de Ganadería de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (CGG-SADER), para así hacer frente a los retos de este importante subsector productivo mexicano e implementar una respuesta estratégica que incentive a los principales actores a transitar voluntariamente hacia sistemas de producción de ganadería sustentable (GS).

En alianza con la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), los Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura (FIRA) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la SADER y el IICA hemos trabajado de manera conjunta en esta propuesta. Sobre la base de un sistema de innovación que asegura la adopción de tecnologías sustentables y de buenas prácticas, el presente proyecto utiliza mecanismos financieros provenientes de la concurrencia de recursos, se apoya además en una gobernanza renovada, y se encuentra enmarcado en las políticas públicas actuales, así como en los acuerdos generados por las nuevas alianzas público-privadas que impulsan una GS, baja en emisiones, resiliente, más productiva y competitiva.

Actores públicos, privados y sociales vinculados a la cadena de valor de ganadería bovina extensiva (carne y leche) avalan la propuesta de la NAMA GS.

La NAMA es fruto de un proceso de construcción colectiva de actores que desempeñan un papel determinante en el desarrollo del sector ganadero y en la toma de decisiones que pueden contrarrestar los efectos negativos del cambio climático en la cadena de valor y en la institucionalidad vinculada a ésta. Este esfuerzo sin precedentes en el país ha derivado en sinergias de relevancia:

- La participación y el aval de 44 actores públicos, privados y sociales: gobierno federal (SADER, SEMARNAT, FIRA); gobiernos estatales (Chiapas: SEMAHN, SAGYP, CONANP, INIFAP; Coahuila: SEDER; Jalisco: SEMADET; Nuevo León: SDA; Sonora: SAGARPHA; Tabasco: SEDAFOF; COMESFOR, SBSCC; Tamaulipas: SDR; Veracruz: SADER; Yucatán: SEDER; Zacatecas: Secretaría del Campo); gobiernos municipales (por ejemplo, la JIBIOIPUUC), fondos (FIEZAC); sector académico y de investigación (FMVZ-UNAM, INIFAP, UADY), privado (CNOG, ANGADI, AMEG, Nestlé, Asociación Simental Simbrah Simmangua Mexicana, MRGSM, uniones ganaderas regionales, asociaciones ganaderas, Grupo de Ganadería Sustentable de Veracruz, FINCA San Edmundo), y organismos internacionales (GFS, Conservación Internacional México, TNC, WWF, CIMMYT, IICA).
- La realización de talleres y sesiones de trabajo con uniones regionales y asociaciones ganaderas en seis estados: Coahuila, Jalisco, Nuevo León, Sonora, Tabasco y Yucatán.
- El diseño de una estrategia de GS en el marco de la estrategia estatal REDD+ de Tabasco.
- La implementación de el proyecto GS para Bovinos de Pastoreo en Tabasco, en las cinco regiones del estado, en alianza con la Comisión Estatal Forestal (COMESFOR-SEDAFOF), mediante procesos de desarrollo de capacidades regionales y el trabajo en unidades demostrativas en cada región para identificar e implementar tecnologías y prácticas productivas sustentables, en el marco de las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.
- El diseño e implementación de un programa de formación a técnicos profesionales en GS a distancia y para la aplicación de ejercicios de aprendizaje, recurriendo a internet y a tecnología digital a efecto de propiciar la comunicación entre capacitadores, capacitados, productores ganaderos cooperantes y otros actores interesados en el proceso, para su aplicación en los ranchos demostrativos en GS en el estado de Tabasco de acuerdo con el Marco Metodológico de Administración Holística de los Recursos.
- El diseño de una teoría de cambio que identifica, define y mapea las relaciones entre los diferentes niveles de intervención de la NAMA, tanto linealmente (desde el fin hasta las precondiciones), como dinámicamente (relaciones entre múltiples niveles), para asegurar la congruencia y concatenación de acciones y los esfuerzos entre los diferentes actores claves para la consecución de los objetivos de la NAMA.

- La construcción de una línea base de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y la determinación del potencial de mitigación de la NAMA propuesta en diez estados y sus respectivas regiones ecológicas: Chiapas, Coahuila, Jalisco, Nuevo León, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas.
- La determinación de la línea base de emisiones y del potencial de reducción de emisiones de GEI en zonas áridas y en zonas tropicales mediante la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP) y el manejo racional de los agostaderos y praderas para ser publicado en revistas científicas nacionales.

De esta manera, la propuesta es resultado de la convergencia, colaboración y articulación de capacidades técnicas especializadas de actores públicos, privados y sociales que desempeñan un papel determinante en el desarrollo del sector ganadero que desde 2018 recoge conocimientos, experiencias, análisis y ofrece una propuesta de solución al problema estructural relacionado con la producción ganadera, el cambio climático y la seguridad alimentaria, con una visión de largo plazo que busca transformar la ganadería extensiva convencional hacia un ganadería de carbono neutro al 2030 en congruencia con el objetivo de 1.5° C del Acuerdo de París y las Contribuciones Nacionalmente Determinadas.

Así, la propuesta de NAMA GS constituye una contribución institucional a la política pública de cambio climático en el sector ganadero de bovinos de pastoreo en México, posiciona al más alto nivel estratégico a esta cadena de valor (leche y carne), impulsa de manera decidida su producción, sustentabilidad y competitividad; y contribuye al cumplimiento de los compromisos del país en diferentes foros internacionales.

DIEGO MONTENEGRO ERNST

Representante

Oficina IICA en México

Introducción

La Ganadería Sustentable (GS) de bovinos (carne y leche) ha ido adquiriendo más fuerza en México, ya que diversas iniciativas se están desarrollando e impulsando por parte de ganaderos, académicos, actores de los distintos eslabones de la cadena de valor, organizaciones no gubernamentales (ONG) nacionales e internacionales, agroindustrias, gobiernos municipales, estatales y federal, así como organismos internacionales.

Una de estas iniciativas es la impulsada por la Coordinación General de Ganadería de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (CGG-SADER), el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM); los Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura (FIRA) y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Desde 2018, el IICA y la CGG iniciaron los trabajos para el diseño de una Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada (Nationally Appropriate Mitigation Actions, NAMA, por sus siglas en inglés) y su registro oficial ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), quedando denominada como NAMA de Ganadería Sustentable y Bajas Emisiones (NAMA GS).

De entonces a la fecha, la SADER y el IICA, en coordinación con la SEMARNAT y los sectores académico (FMVZ-UNAM) y financiero (FIRA), así como con los productores organizados, Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados Criadores de Fauna (ANGADI), Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (CNOG), Asociación Mexicana de Engordadores de Ganado (AMEG), Mesa Redonda de Ganadería Sustentable de México (MRGSM), en su calidad de actores claves del sector productivo, y diversas organizaciones nacionales e internacionales participan en el diseño e implementación de acciones tempranas de la NAMA GS, conforme al ámbito de sus atribuciones.

El objetivo de la NAMA GS es contribuir en el incremento de la productividad y de la competitividad del sector ganadero bovino (leche y carne), con base en la



producción sustentable de alimentos de origen animal en condiciones de pastoreo con bajas emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y a la conservación del patrimonio natural.

La propuesta fomenta la adopción de tecnologías y buenas prácticas de producción que contribuyen a mejorar la productividad, rentabilidad y competitividad del subsector ganadero, así como a la reducción de emisiones de GEI, a la protección y restauración del suelo, la captura de carbono, la conservación de la biodiversidad y la recarga de acuíferos; elementos necesarios en la lucha contra los efectos adversos del cambio climático (CC). De este modo, coadyuva al logro de la meta establecida en las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (CND) de México, que proponen la reducción de 22% de emisiones de GEI y, específicamente, 8% determinado para el sector ganadero al 2030 y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El cambio se induce a través de un sistema de innovación en GS que impulsa la adopción de buenas prácticas y tecnologías social y ambientalmente responsables, vinculando tres importantes componentes: fortalecimiento y articulación institucional; gestión del conocimiento; y financiamiento y mercados.

En síntesis, la propuesta que aquí se presenta apoya la transformación sostenible y de bajas emisiones de la ganadería extensiva tradicional en México, mediante el recambio tecnológico, el manejo integral del paisaje con una visión holística y la generación y el fortalecimiento de capacidades de 3,270 Unidades de Producción Pecuarias (UPP); funcionarios públicos, técnicos profesionales



especializados, académicos e investigadores de diez estados del país impactando en 15 mil productores ganaderos. El área total de intervención es de 685 mil hectáreas, divididas en 436 mil hectáreas de UPP y 248 mil hectáreas de área de conectividad, en diez estados y sus cinco regiones ecológicas, promoviendo la participación y articulación de los actores de la cadena de leche y carne (productores de diferentes estratos, institucionalidad, entre otros); reduciendo 2,493,692 tCO₂e después de seis años.

Por último, es importante destacar que la propuesta sostiene que los ganaderos en las áreas intervenidas adoptan medios de vida sustentables y resilientes, tienen más conciencia respecto a la importancia de migrar hacia esquemas de GS mediante la implementación de buenas prácticas y tecnologías que generan co beneficios múltiples que permiten reducir las emisiones de GEI. Estas tecnologías están disponibles, gracias a la instrumentación e implementación de mecanismos financieros conformados por la concurrencia de recursos (propios, crediticios, subsidios públicos y donaciones nacionales e internacionales) adecuados a las necesidades regionales, acompañados de un sistema de innovación GS-BE (desarrolla capacidades, innova, certifica y posiciona en el mercado productos verdes y justos) que los incentiva a transitar hacia esquemas sostenibles con una gobernanza mejorada, apoyada por políticas públicas y acuerdos generados por la cooperación de nuevas alianzas público-privadas que impulsan una ganadería sustentable, baja en emisiones, más productiva y rentable.





Contexto de la Política Climática Nacional

México forma parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), cuenta con una Ley General de Cambio Climático (LGCC) y está comprometido con el cumplimiento del Acuerdo de París y de las CND; además ha enviado ante la CMNUCC seis comunicaciones nacionales y dos informes bienales (SEMARNAT-INECC, 2018).

La estrategia de mitigación establecida en la LGCC y en las CND propone reducir para el 2030, 22% de las emisiones de GEI y 51% de carbono negro. Asimismo, asigna un porcentaje de reducción para cada sector productivo, con metas condicionadas y no condicionadas.

En congruencia con las CND, dentro del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024, el gobierno mexicano se compromete a impulsar el desarrollo sostenible. A su vez, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PSMARN) 2020-2024 de la SEMARNAT,¹ establece como objetivo prioritario fortalecer la acción climática, a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y hacia una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes; además de acciones puntuales vinculadas a la mitigación de GEI.

¹Diario Oficial de la Federación (julio, 2020).

El programa sectorial de SEMARNAT dispone que las acciones implementadas en coordinación con otros sectores al 2024 reduzcan hasta 12% las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) derivadas de la quema de combustibles fósiles, a fin de contribuir a los compromisos planteados en las CND al 2030. En este marco, el sector ambiental se compromete con una estrategia para cumplir con las metas de mitigación y adaptación establecidas a efecto de atender los compromisos del país ante el Acuerdo de París.

En este contexto, el sector ganadero se ubica como una fuente importante de emisiones de GEI. En 2017, las emisiones alcanzaron 73.3 MtCO₂e que equivalen al 10% del total nacional. De ello, 71% (50.1 MtCO₂e) corresponden a la ganadería bovina.²

Al respecto, las CND establecen para el sector agropecuario la reducción de emisiones en 8% al 2030. En el Sector Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS), el compromiso es reducir las emisiones de GEI en 144%, así como 23% en las emisiones de carbono negro del sector agricultura y ganadería. Por otra parte, las metas de adaptación se relacionan con los propósitos de la NAMA GS, entre ellas, lograr la resiliencia de los municipios más vulnerables y cero deforestación al 2030.

Por su parte, el Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural (PSADR) 2020-2024³ establece como uno de sus objetivos prioritarios el fomento a las medidas de mitigación, proponiendo el incremento en las prácticas de producción sostenible, medidas de adap-

tación al CC, de restauración y aprovechamiento de agroecosistemas, y el uso de energías limpias. Define cuatro estrategias prioritarias: 1) Uso, conservación y recuperación del suelo y agua agrícolas; 2) Adaptación y mitigación al CC para el manejo integral de riesgos; 3) Aprovechamiento sustentable de recursos biológicos y genéticos; y 4) Sistemas de producción sustentables. Mandata que para 2024, 75% de los productores realicen, por lo menos, una práctica sustentable.

Derivado de lo anterior, propone acciones puntuales en suelo, agua, adaptación, mitigación, aprovechamiento y uso de recursos biológicos y genéticos, y sistemas de producción sustentables. Acciones que coinciden con los propósitos de la NAMA GS; de manera específica se destaca la importancia de modelos de producción justos, saludables y sustentables, pastoreo racional y SSP.

En el Programa Especial de Cambio Climático (PECC), la SADER propuso como meta condicionada a la disponibilidad presupuestal al 2024, la reducción de emisiones de GEI y carbono negro —específicamente en ganadería—, comprometiéndose a la reducción de quemas (7 mil hectáreas), al establecimiento de SSP (3 mil hectáreas) y al manejo racional de pastizales (114 mil hectáreas).

En congruencia con las CND, con lo mandado por el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y el PSADR 2020-2024, la CGG-SADER y el IICA impulsan la NAMA GS desde 2018, realizando en los últimos años acciones tempranas para su implementación.

²2º Informe Bienal.

³Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural. Diario Oficial de la Federación (25 de junio de 2020).

Situación de la ganadería extensiva en México

En México la ganadería extensiva es el sistema de producción predominante. Este sistema se basa en el aprovechamiento de los recursos forrajeros mediante el pastoreo directo del ganado, juega un papel importante en la producción de alimentos de origen animal y en la configuración de las zonas rurales y paisajes del país.

La ganadería extensiva se realiza en 109.8⁴ millones de hectáreas, que representa 56% del total del territorio nacional. En 2019, el país produjo 21.7 millones de toneladas de productos pecuarios⁵ y ocupó el 7° lugar mundial en la producción de proteína animal; para 2018 ocupó el 6° lugar mundial en la producción de carne de bovino;⁶ la ganadería aporta 31% del Producto Interno Bruto (PIB) del sector agropecuario, silvícola, caza y pesca.⁷

Se emplean de manera permanente 841 mil trabajadores, 34.8 millones de bovinos se crían,⁸ participan 1.2 millones de las UPP con sistemas extensivos bajo manejo convencional.

En términos de sustentabilidad y CC, la ganadería extensiva tiene un alto impacto, debido a los cambios en el uso del suelo, a la deficiente planeación en el manejo de tierras y los inadecuados sistemas de pastoreo, así como por la sobreexplotación de los recursos naturales. Lo anterior propicia altas emisiones de GEI, la degradación de los suelos y la reducción de la biodiversidad por el sobrepastoreo, lo que disminuye la producción de forraje para el ganado, así como la capacidad de carga animal por unidad de superficie.

Cabe destacar que según la CGG, 61% de las tierras ganaderas presentan grados de erosión de moderado a extremo, y 47% de los pastizales nativos de zonas áridas y semiáridas han desaparecido y/o se encuentran fragmentados.

⁴SEMARNAT, 2019.

⁵SIAP, 2019.

⁶CGG-SAGARPA con base en información FAOSTAT.

⁷CGG-SADER con base en INEGI, 2019.

⁸SIAP, 2019.

En general, la adopción tecnológica es muy baja, y ocasiona que los sistemas extensivos tengan resultados desfavorables en sustentabilidad, productividad, rentabilidad y competitividad. La producción de carne y/o leche por hectárea y su rentabilidad son bajas y poco eficientes. Al respecto, la CGG estima que en las zonas ecológico ganaderas de los estados de la NAMA la producción promedio ronda en 12.5 kg/ha/año en carne y 319.8 lt/ha/año en leche.

Entre los obstáculos más importantes para transitar de una ganadería extensiva convencional hacia una GS, se encuentran:

1. Falta de coordinación y articulación interinstitucional del sector productivo y ambiental, en los distintos niveles de gobierno y en la generación de alianzas público-privadas.
2. Falta de sensibilización y capacidades técnicas, ambientales y financieras en los diferentes actores de la cadena de valor, que permitan la apropiación de nuevas tecnologías y prácticas para un proceso sostenido de GS-BE.
3. Ausencia de esquemas adecuados de financiamiento para la GS, que promuevan la reconversión productiva de los sistemas ganaderos y contribuyan al desarrollo de mercados de productos verdes, basados en procesos sostenibles. Las principales barreras que enfrenta la banca comercial en el financiamiento al sector son las siguientes: riesgo alto (representado por la población objetivo de pequeños y medianos ganaderos); la pobre o nula disponibilidad de garantías colaterales por parte de los productores; y los bajos montos de crédito solicitados, que no son atractivos.

En atención a la situación de la ganadería extensiva y a la búsqueda de soluciones a los obstáculos y barreras anteriores, actores públicos y privados han realizado diversas acciones::

1. La CGG-SADER establece compromisos sectoriales y metas de reducción de emisiones de GEI en la ganadería. Los esfuerzos realizados en los últimos tres años, con el impulso de la NAMA GS, han generado avances en la coordinación con algunos estados, sin embargo, es necesario una mayor articulación entre los diferentes niveles de gobierno y el sector privado para transitar hacia la sostenibilidad de la ganadería. Recién se dio un paso relevante para propiciar el diálogo público-privado en torno al impulso de la coordinación y la transición de la ganadería nacional, a través de la participación en la MRGSM,⁹ promoviendo la NAMA GS y apoyando la búsqueda de financiamiento para su implementación, así como el establecimiento de instancias regionales de coordinación (Mesas Regionales de Ganadería Sustentable) que apoyen e instrumenten la transformación hacia una GS-BE.
2. El gobierno de México cuenta con importantes experiencias en estrategias de acompañamiento y adopción de tecnologías (por ejemplo, el Programa Grupo Ganadero de Validación y Transferencia de Tecnología, GGAVATT), dirigidas a incrementar la productividad de la ganadería. Sin embargo, es necesario impulsar nuevos modelos de GS que res-

⁹La MRGSM es una iniciativa vinculada a la Mesa Redonda Global de Ganadería Sustentable (Global Roundtable for Sustainable Beef, GRSB, por sus siglas en inglés) que busca la sustentabilidad de la cadena de valor (leche y carne) mediante la participación activa de diferentes actores vinculados a sus distintos eslabones.

- pondan a necesidades específicas de cada territorio con una amplia participación de actores productivos, académicos, de investigación, de servicios profesionales y servidores públicos, con el fin de promover de forma continua la innovación para la GS-BE, con alcance nacional.
- En atención a lo expuesto anteriormente se realizaron talleres en los estados de Coahuila, Jalisco, Nuevo León, Sonora, Tabasco y Yucatán, vinculados a la NAMA GS con apoyo de la ANGADI y la CNOG, y cuyo propósito era realizar un diagnóstico de la ganadería extensiva en esas regiones, establecer la línea base de GEI y determinar el potencial de mitigación de las tecnologías propuestas en la NAMA, usando la herramienta Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Food and Agriculture Organization, FAO, por sus siglas en inglés).
 - En el marco de la Estrategia Estatal de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación+ (EEREDD+) de Tabasco, el IICA, la CGG-SADER, la FMVZ-UNAM y el gobierno estatal, a través de COMESFOR-SEDAFOP y la SBSCC implementan un sistema de innovación territorial en GS, que incluye una sólida estrategia de desarrollo de capacidades para las cinco regiones del estado (Centro, Chontalpa, Sierra, Pantanos y Los Ríos), con una red de Ranchos Demostrativos donde participan líderes ganaderos, asesores técnicos, especialistas y servidores públicos. Estas acciones tempranas están dando resultados importantes, siendo necesario escalarlas a otras entidades ganaderas y regiones agroecológicas.
3. Por otra parte, se instrumentan esquemas financieros mixtos en el Sur Sureste en tres estados: Veracruz, Tabasco y Chiapas. Asimismo, FIRA diseñó dos Bonos Verdes (2018, 2019) y el Programa ProSostenible para proyectos de mitigación y adaptación al CC. Además, el Fondo Peninsular de CC en Yucatán avanza en la participación público-privada. No obstante, son experiencias que requieren desarrollarse hacia esquemas robustos, diferenciados e inclusivos para cada región agroecológica, para generar mecanismos financieros que reduzcan riesgos (a bancos y productores), y aumenten la rentabilidad, basados en la participación público-privada para el fomento de modelos de negocios orientados al mercado, con incentivos a la oferta de productos certificados provenientes de una GS-BE.
- Las experiencias anteriores permiten destacar algunas lecciones aprendidas:
- Las alianzas público-privadas son estratégicas para asegurar un cambio transformacional sostenido hacia una GS-BE.
 - El involucramiento sistémico de múltiples actores productivos, académicos, investigadores, técnicos y servidores públicos, puede generar modelos robustos y permanentes de gestión de conocimiento e innovación para la GS-BE.
 - Un sólido sistema de innovación en GS es la base para la adopción continua de buenas prácticas orientadas a la GS-BE.
 - Es factible operar esquemas de financiamiento mixtos atractivos tanto para los ganaderos, como para las fuentes financieras, que reduzcan riesgos, generen inclusión y aseguren negocios rentables y sustentables.





NAMA de Ganadería Sustentable y de Bajas Emisiones

OBJETIVOS

Objetivo general

Contribuir a el incremento de la productividad y competitividad del sector ganadero bovino, con base en la producción sustentable de alimentos de origen animal, en condiciones de pastoreo con bajas emisiones de GEI y en la conservación del patrimonio natural.

Objetivos específicos

Los objetivos específicos son:

- Fortalecer la coordinación y articulación interinstitucional (entre niveles de gobierno, sectores y alianzas público-privadas) para promover una mejor gobernanza en la implementación de políticas públicas orientadas a la transformación hacia una GS-BE de GEI.
- Establecer procesos de innovación continua que permitan la transformación a una GS-BE, mediante el fortalecimiento de las capacidades individuales e institucionales de los actores de la cadena de valor.
- Incrementar el acceso a esquemas de financiamiento mixto (recursos públicos y privados, donaciones, etcétera) para la GS y mejorar la posición de los productos sustentables (carne y leche) en el mercado.

POBLACIÓN OBJETIVO

La población objetivo está integrada por ganaderos de diez estados del país: Chiapas, Coahuila, Jalisco, Nuevo León, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas, ubicados en las zonas ecológicas ganaderas más importantes del país como son el trópico húmedo del Golfo de México y Sureste y del Sur de la Península de Yucatán; trópico seco del Golfo de México, pacífico Sur y norte de la Península de Yucatán; árida y semiárida de los Desiertos Sonorense y Chihuahuense; semiárida del Desierto Tamaulipeco; y en la zona templada de las Sierras Madre Occidental y Sur y Eje Neo Volcánico en el estado de Jalisco;

dedicados a la cría de ganado bovino en condiciones de pastoreo

Los ganaderos participantes pertenecen a diferentes estratos socioeconómico, sus Unidades de Producción Pecuarias (UPP) engloban a diferentes regímenes de tierra (pequeña propiedad, ejidal y comunal), niveles de capitalización y desarrollo tecnológicos y por lo tanto presentan diferentes niveles de producción, rentabilidad y competitividad (véase figura 1).

La inclusión de todos los estratos y regiones ecológicas tiene como finalidad generar experiencias que permitan escalar los resultados a la mayor parte de los sistemas de producción del país, en alineación con las CND y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Figura 1
COBERTURA TERRITORIAL Y ALCANCES



ALCANCE

El proceso de transformación hacia una ganadería sustentable y de bajas emisiones, en congruencia con el objetivo de limitar el calentamiento a 1.5°C y las metas establecidas en las CND, se llevará a cabo en diez estados y regiones ecológico ganaderas señalados anteriormente. En total, se trabajará en 3,270 UPP con una superficie de 436,000 hectáreas destinadas a la ganadería con aproximadamente 115 mil animales.

Adicionalmente, se trabajará con territorios aledaños aplicando un enfoque de manejo integrado de pai-

saje, lo que permitirá incidir en otras 248,496 hectáreas sumando una superficie total de 685,395 hectáreas; con un potencial de mitigación directa de 2,493,692 tCO₂e, durante los seis años previstos para su implementación.

La participación de los estados responde fundamentalmente a dos criterios: regiones climáticas¹⁰ y regiones ecológicas ganaderas¹¹. Al respecto, se cuenta con participación en las cinco regiones ecológico ganaderas y casi todas las regiones climáticas (a excepción de la región 7) (véase la tabla siguiente).

Tabla 1 Regiones Climáticas y Ecorregiones

REGIÓN CC / ECORREGIONES**	TEMPLADA	ÁRIDA	SEMIÁRIDA	TRÓPICO HÚMEDO	TRÓPICO SECO
Región 1 CC: Tabasco y Veracruz	Veracruz		Veracruz	Veracruz Tabasco	Veracruz
Región 2 CC: Chihuahua, Coahuila, Durango y Zacatecas	Coahuila Zacatecas	Coahuila Zacatecas	Coahuila Zacatecas		Zacatecas
Región 3 CC: Chiapas, Guerrero y Oaxaca	Chiapas			Chiapas	Chiapas
Región 4 CC: Nuevo León y Tamaulipas	Nuevo León Tamaulipas	Nuevo León	Nuevo León Tamaulipas		Tamaulipas
Región 5 CC: Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Querétaro	Jalisco		Jalisco	Jalisco	Jalisco
Región 6 CC: Campeche, Quintana Roo y Yucatán				Yucatán	Yucatán
Región 7 CC: Aguascalientes, Hidalgo, México, Morelos, Puebla, San Luis Potosí y Tlaxcala					
Región 8 CC: BC, BCS, Sinaloa y Sonora	Sonora	Sonora	Sonora		Sonora

Fuente: elaboración propia con base en: *FAO-SAGARPA (2012). **SEMARNAT-SAGARPA (2020).

¹⁰FAO-SAGARPA (2012). México: el sector agropecuario ante el desafío del cambio climático.

¹¹SEMARNAT-SAGARPA (2020). Regiones ecológico ganaderas.

La participación estatal se precisó en función del número de UPP (1.5% de las UPP en el estado) y de la superficie (tamaño promedio de las UPP en el estado multiplicado por el número de UPP) de éstas, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2. Participación Estatal en la NAMA de GS

ESTADOS	UPP	SUPERFICIE	CONECTIVIDAD
Chiapas	367	14,190.79	28,381.59
Coahuila	28	27,388.11	54,776.22
Jalisco	190	15,090.37	30,180.75
Nuevo León*	200	56,238.38	-
Sonora*	253	235,416.01	-
Tabasco	252	6,302.58	12,605.16
Tamaulipas	94	15,986.20	31,972.41
Veracruz	1,447	36,308.35	72,616.70
Yucatán	121	8,981.83	17,963.66
Zacatecas*	320	20,995.89	-
Total	3,270	436,898.51	248,496.49

Nota: (*) En estos estados no se cuenta con información disponible sobre tipos de vegetación en las zonas de influencia y por tanto no se estimaron los alcances.

COMPONENTES

Para atender las barreras antes señaladas, la propuesta de GS proyecta un esquema basado en una especial vinculación entre tres componentes: fortalecimiento y articulación institucional; gestión del conocimiento; y financiamiento y mercados. A continuación, se desarrolla cada uno:

- **Fortalecimiento y articulación institucional:** se generan espacios de articulación e interlocución interinstitucional (Mesas Regionales de GS, MRGSM)

donde autoridades, instituciones y actores público-privados se coordinan; asimismo, este componente está vinculado de manera directa con el de Gestión de Conocimiento, donde se promueve la participación de cada uno de los actores desde sus roles, enfoques y actividades.

- **Gestión del conocimiento:** un sistema de innovación en GS-BE para reducir emisiones GEI, sobrepastoreo, deforestación, uso irracional de recursos naturales, pérdida de biodiversidad, erosión de suelos,

falta de capacitación, baja transferencia de tecnología, aumentar la productividad y rentabilidad de los predios ganaderos, entre otros.

- **Financiamiento y mercados:** esquemas mixtos regionales que facilitan el acceso a recursos, en el marco de un sistema de innovación en GS-BE que asegura la adopción de tecnologías y posiciona productos verdes en el mercado; generando incentivos, estímulos y apoyos para el cambio de manera sostenida.

TECNOLOGÍAS

La NAMA GS busca promover el cambio de una ganadería convencional, a una ganadería extensiva de bajas emisiones, resiliente y adaptada al CC que transita hacia la sustentabilidad mediante la adopción e implementación de nueve grupos de tecnologías propuestas por la CGG-SADER:¹²

1. Conservación y mejoramiento de la vegetación en las UPP;
2. Sistemas de pastoreo y ajustes a la carga animal;
3. Obras y prácticas de conservación de suelo y almacenamiento de agua;
4. Prácticas, obras y acciones de adaptación al CC;
5. Uso y generación de energías renovables;
6. Alimentación animal;
7. Mejoramiento de la eficiencia reproductiva del ganado, selección y mejoramiento genético;
8. Manejo sanitario y mejoramiento del estatus sanitario;
9. Medidas y acciones para incrementar la rentabilidad, competitividad y diversificación; mediante la gestión

¹²Véase Anexo 2. Grupos de tecnologías.

empresarial de SSP de pastoreo racional, pastoreo rotacional intensivo, y la ganadería diversificada.

Debido a la gran heterogeneidad de la ganadería mexicana, no es posible definir un paquete tecnológico único o prescribir un solo tipo de intervención. Por ello, se seleccionaron grupos de tecnologías que en su conjunto proveen múltiples beneficios, buscando un balance entre lo ambiental, lo social y lo económico. La selección y aplicación de las tecnologías a implementar en cada zona está en función de criterios costo-eficiencia (se seleccionan únicamente aquellas que son económicamente viables), condiciones agroecológicas y de sustentabilidad, determinadas de manera conjunta con productores, técnicos, investigadores, académicos e iniciativa privada.

Las buenas prácticas, obras y acciones contempladas tienen efectos directos e indirectos en la reducción de emisiones, captura y almacenamiento de carbono y proveen otros cobeneficios:

- **Mitigación:** reducción de emisiones (CO₂, CH₄, NO_x); captura y/o almacenamiento de carbón en suelos y biomasa aérea y subterránea.
- **Adaptación al CC:** conservación, recuperación y/o mejoramiento de los ecosistemas y sistemas de producción, buscando reducir su sensibilidad o mejorar su resiliencia a los efectos adversos asociados al cambio climático, mejorando su capacidad adaptativa.
- **Producción animal:** incremento del bienestar animal; fomento y/o aumento de la calidad de la dieta animal; mejoramiento de la ganancia de peso y la eficiencia reproductiva del ganado; reducción de la mortalidad y morbilidad del ganado; optimización y/o conservación del estatus sanitario para tener un mejor acceso de los productos de origen animal en los mercados.

- **Rentabilidad y competitividad de la cadena cárnica y láctea:** incrementar la producción de alimentos de origen animal por unidad de superficie; disminuir los costos de producción, promocionar la organización económica; formación de diversas figuras de mercado, diversificación productiva, economía circular, búsqueda y/o formación de mercado para los productos y subproductos de origen animal producidos con criterios de sustentabilidad.
- **Generación de bienes y servicios ambientales:** recuperar o conservar la producción de servicios ecosistémicos en los agostaderos y praderas cultivadas mediante la planeación del pastoreo, descanso e impacto animal y promoviendo la dinámica de las comunidades a través de acciones y prácticas tecnológicas de conservación y mejoramiento de la vegetación.
- **Conservación del patrimonio natural:** a través de acciones derivadas de la planeación de la tierra y del pastoreo, del aprovechamiento sustentable de la biodiversidad y de los recursos naturales.

ENFOQUE DE CADENA

La NAMA GS busca la sustentabilidad de las cadenas estratégicas de carne y leche, considerando todos los eslabones: insumos, producción, acopio, beneficiado, transformación y consumo. Se pretende así que, los ganaderos aprovechen de manera racional los recursos naturales, recuperen la biodiversidad y la conectividad biológica a través de tecnologías concretas y con la mejora de procesos, por ejemplo, reducir las pérdidas de alimentos, reutilizar residuos y desperdicios, facilitar el acceso a los mercados locales, y mejorar la rentabilidad y competitividad.

La vinculación de los productores a dichos mercados presenta una serie de retos asociados a su producción. El surgimiento de un público consumidor más consciente de los impactos ambientales, conocedor de los productos que adquiere, tanto en México como en resto del mundo, genera un cambio en la demanda de los productos de origen animal. Por ello, la NAMA GS contempla brindar sustentabilidad a largo plazo, mediante el desarrollo de un sistema de certificación de GS que permita la distinción en el mercado de productos elaborados bajo prácticas sustentables, por medio de un etiquetado o certificado. Para poder lograrlo se plantea la generación de la marca: “México, Ganadería Sustentable Bajas Emisiones” (MX-GS-BE), con el fin de posicionar productos “verdes” que, a su vez, demuestren el cumplimiento de buenas prácticas, facilitando su acceso a mercados internacionales cada vez más exigentes.

Por lo tanto, es necesario generar procesos de desarrollo de capacidades de integración y consolidación de los diferentes actores de la cadena, que aseguren avanzar en la producción, acopio y comercialización de productos “verdes”.

ENFOQUE DE PAISAJE

La NAMA GS aborda también un enfoque de paisaje, pues considera un conjunto de elementos para atender los aspectos ambientales, ecosistémicos de cambio climático, conservación, sociales, culturales y actividades económicas productivas en la región (ganadería, agricultura, forestal, turismo, etc). La coordinación y cooperación intra e interinstitucional, la participación de los productores, la iniciativa privada y la sociedad son fundamentales para la gobernanza e interactúan entre los diferentes niveles de decisión: UPP; Mesas Ganade-



ras Regionales y Mesa Ganadera Nacional, en la búsqueda de objetivos comunes.

El enfoque de paisaje relaciona la producción ganadera con la conservación y otros usos del suelo, el manejo integrado de ganado - habitat - vida silvestre, a fin de abordar los desafíos ambientales, sociales y políticos que trascienden las fronteras tradicionales de la gestión ganadera. Reconoce que diversos ecosistemas conviven en los paisajes ganaderos junto con las personas y sus actividades económicas. Considera la transformación de las actividades que se desarrollan en la ganadería y sus sistemas de producción, el impulso a la conectividad biológica y ecológica,¹³ para mejorar el ciclo hidrológico y otros procesos del ecosistema, la modificación de prácticas que afectan el ambiente como las quemadas de pastizales; la disminución de cambios en el uso del suelo que impactan en la deforestación y degradación de la vegetación; así

¹³La conectividad se define como la medida en la que el paisaje impide o facilita dichos movimientos entre los elementos o manchas que lo componen (Taylor *et al.*, 1993).

como la adopción de buenas prácticas que contribuyan al incremento en las absorciones de CO₂, a través del establecimiento de sistemas diversificados de producción, por ejemplo, los SSP,¹⁴ agroforestería pecuaria que incluye diferentes formas de producción y de aprovechamiento racional de los recursos naturales.

Asimismo, la NAMA GS propone acciones para mejorar la conectividad de las tierras ganaderas con agroecosistemas existentes, por ejemplo, cacaotales, huertos, cafetales, cocotales, palmares, con ecosistemas locales como acahuals, selvas, manglares, sabanas, popales, etcétera, lo que sin duda coadyuvará y contribuirá a tener procesos básicos de ecosistemas saludables a eficientizar la captura del carbono y a la reducción de GEI.

La NAMA GS prevé la implementación de tecnologías a través de la conservación y mejoramiento de la vegetación, principalmente bajo esquemas agrosilvopastoriles que inciden en la reforestación, la revege-

¹⁴Incluyen banco de proteína.



tación y el mejoramiento de la misma vegetación mediante la implementación de las siguientes acciones:

- Árboles dispersos en potreros.
- Cercas vivas simples o multi estrato con especies forestales o frutales.
- Rehabilitación de praderas y pastizales degradados con especies nativas.
- Establecimiento de praderas mixtas (gramíneas-leguminosas) en pastizales degradados o en zonas erosionadas.
- Bancos de proteína y de energía.
- Plantaciones de cultivos perennes.
- Plantaciones forestales (riberas de los ríos y arroyos para proteger los cauces).
- Protección y enriquecimiento de acahuales.
- Introducción de franjas de zacates, herbáceas, arbustivas y arbóreas intercaladas en potreros o zonas agrícolas.
- Exclusión del pastoreo en tierras degradadas.
- Reconversión productiva de zonas agrícolas o ganaderas.
- Reservas ecológicas.
- Barreras rompe vientos.

COLABORACIÓN INTERINSTITUCIONAL

Principales actores participantes

La colaboración interinstitucional en cada estado y a nivel nacional busca generar una visión compartida, definir estrategias claras e impulsar instrumentos que promueven el cambio requerido para una GS-BE.

Se cuenta con la colaboración y apoyo de 44 diferentes instituciones y actores (Ver tablas 3, 4, 5 y 6). Del gobierno federal participan: SADER, SEMARNAT, FIRA e INIFAP; del sector público estatal participan: Chiapas: SEMAHN, SAGYP, CONANP e INIFAP en el estado; Coahuila: SEDER; Jalisco: SEMADET; Nuevo León: SDA; Sonora: SDR; Tabasco: SEDAFOP;

COMESFOR y SBSCC; Tamaulipas: SDR; Veracruz: SADER; Yucatán: SEDER; Zacatecas: Secretaría del Campo; Juntas Intermunicipales (JIBIOIPUUC), fondos (FIEZAC); académico y de investigación (FMVZ-UNAM, INIFAP y UADY), privados (CNOG, AN-GADI, AMEG, Nestlé, Asociación Simental Simbrah Simmangua Mexicana, MRGSM, Uniones Ganaderas Regionales, Asociaciones Ganaderas, Grupo de Ganadería Sustentable de Veracruz y FINCA San Edmundo), e internacionales (WWF, Conservación Internacional México, CIMMYT y el IICA).

Tabla 3
SECTOR PÚBLICO FEDERAL E INSTITUCIONES IMPLEMENTADORAS

ORGANISMO	RESPONSABILIDAD
IICA*	Brindar soporte metodológico para las acciones destinadas al desarrollo de capacidades y adopción de tecnologías sustentables. Coordinación, gestión general y logro de los objetivos, resultados y productos.
SADER/CGG*	Contribuir con las dependencias y socios participantes en el desarrollo y consolidación de la GS en México; así como en la planeación, programación y evaluación de estrategias, líneas de acción y resultados de las intervenciones previstos en la NAMA.
SEMARNAT	Apoyar y brindar asesoramiento técnico para llevar a cabo las estimaciones de GEI; capacidad adaptativa de ecosistemas y sistemas de producción ganadera al CC y en el diseño de un sistema de monitoreo; reporte y verificación de GS.
INIFAP*	Trabajos de investigación y brindar soporte tecnológico para el diseño del sistema de innovación de GS baja en carbono y el desarrollo de modelos de manejo para ganadería sustentable, orientadas a la mitigación de GEI.
FMVZ-UNAM*	Trabajos de investigación y soporte tecnológico para el diseño del sistema de innovación de GS baja en carbono y el desarrollo de modelos de manejo para GS, orientadas a la mitigación de GEI, así como, orientaciones sobre estimación de emisiones y diseño de los sistemas de monitoreo y reporte de emisiones; biodiversidad y conectividad para la NAMA.
FIRA*	Diseñar e instrumentar mecanismos financieros; así como fomento a modelos de negocios conforme a las condiciones regionales.
TNC*	Apoyar la implementación regional de estrategias de instrumentación de modelos de GS.

Nota: *instituciones implementadoras.



Tabla 4
INSTITUCIONES PARTICIPANTES EN LA NAMA GS

ORGANISMO	FUNCIONES
Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (CNOG)	Facilitar la vinculación con ganaderos de los diez estados, a través de sus Asociaciones Ganaderas Locales, Uniones Regionales Ganaderas y organizaciones especializadas. Participación en la MRGSM.
Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados (ANGADI)	Facilitar la vinculación con ganaderos diversificados en los estados. Participación en la MRGSM.
Asociación Mexicana de Engordadores de Ganado (AMEG)	Asegurar un canal de comercialización de la carne de bovino. Participación en la MRGSM.
Asociación Simental Simbrah Simmangua Mexicana	Apoyar el mejoramiento genético de la raza bovina.
Grupo Financiero Sparkassenstiftung (GFS), cooperación alemana	Colaborar en el diseño de estrategias y líneas de acción para el desarrollo de productos financieros en las cajas de ahorro. Colaborar en la organización y ejecución de talleres de formación; así como en el asesoramiento a intermediarios financieros. Colaborar en la organización y ejecución de talleres de capacitación para pequeños productores agrícolas.
Nestlé	Implementación regional de estrategias de instrumentación de modelos GS-CN. Incentivos y canal de comercialización seguro de leche. Participación en la MRGSM.
World Wildlife Fund (WWF)-México	Vinculación con proyectos de GS en Muzquiz y Chiapas, así como con la MRGSM.
Mesa Redonda de Ganadería Sustentable de México (MRGSM)	Vinculación con todos los actores de la cadena de valor, apoyo en la transformación nacional hacia una GS-BE.

Tabla 5

SECTOR PÚBLICO PARTICIPANTE EN LOS ESTADOS

ESTADOS	SECRETARÍAS Y ENTIDADES PÚBLICAS ESTATALES	FUNCIONES
Chiapas	SEMAHN, SAGYP, CONANP, INIFAP	Instancias responsables de emitir políticas públicas estatales en materia de ganadería y medio ambiente, así como de instrumentar normas y programas en apoyo a la GS.
Coahuila	SADER	
Jalisco	SEMADET	Diseñar e instrumentar políticas de fomento a la GS, propiciando la canalización de subsidios públicos en un marco de cooperación público-privado.
Nuevo León	SAGARPA	
Sonora	SDR	
Tabasco	SEDAFOP, COMESFOR, SBSCC	
Tamaulipas	SDR	
Veracruz	SADER	
Yucatán	SEDER, UADY	
Zacatecas	Secretaría del Campo	

Tabla 6

ORGANIZACIONES GANADERAS EN LOS ESTADOS

ESTADOS	UNIONES, ASOCIACIONES, ORGANIZACIONES GANADERAS	FUNCIONES
Chiapas	Uniones y Asociaciones Ganaderas	Promover y fomentar la participación de las asociaciones ganaderas locales de las UPP. Apoyar en los procesos de capacitación y certificación de los agremiados en materia de GS-BE; integración y consolidación de cadenas de producción, desarrollo de mercados para la producción sustentable; diseño de esquemas de financiamiento de GS-BE.
Coahuila	Carnes de Muzquiz	
Jalisco	Uniones y Asociaciones Ganaderas	
Nuevo León	Asociación Simental Simbrah Simmangua Mexicana Uniones y Asociaciones Ganaderas	
Sonora	Uniones y Asociaciones Ganaderas	
Tabasco	Uniones y Asociaciones Ganaderas	
Tamaulipas	Uniones y Asociaciones Ganaderas	
Veracruz	URGNV, Grupo Ganadería Sustentable Veracruz	
Yucatán	FINCA San Edmundo; FIEZAC, JIBIOIPUUC, CIMMYT; Asociación Ganadera Local Sur Yucatán	
Zacatecas	Uniones y Asociaciones Ganaderas	

Mesas de ganadería

Instalación de Mesas Regionales de Ganadería Sustentable y de Bajas Emisiones (MRGS-BE) con la participación de diferentes actores públicos-privados en los estados, para avanzar en el impulso de la sustentabilidad en la cadena de valor y en la articulación de políticas e instrumentos de apoyo a la ganadería estatal y nacional. Con fines similares, en el marco de la MRGSM, se establecerá la Mesa Nacional NAMA GS México.

Plataforma multiactores

Construcción de una plataforma multiactores con el objetivo de aprender, encontrar soluciones, así como también tomar decisiones para impulsar políticas sobre GS-BE, en beneficio de todos los actores de la cadena de valor y de otros actores involucrados.

Observatorio de GS-BE

Diseño de un observatorio que permita integrar los diferentes esfuerzos para desarrollar y ampliar la base de conocimiento estratégico de ganadería sustentable y su vulnerabilidad al CC además de garantizar la información necesaria para conocer su importancia ecológica en la conservación de los ecosistemas, de la biodiversidad y de otros recursos naturales, en la captura y almacenamiento de carbono en el suelo, en la producción de bienes y servicios ecosistémicos y como promotor del desarrollo rural sustentable; así como para identificar acciones y prácticas tecnológicas que permitan aumentar la capacidad de adaptación a los efectos hidrometeorológicos adversos asociados al cambio climático y prever con la máxima antelación medidas de mitigación para reducir los posibles impactos potenciales, generando mecanismos de gestión que permitan mi-

nimizarlos y favorezcan la adaptación de los sistemas ganaderos a los nuevos escenarios.

De esta manera, el Observatorio busca:

- Diseñar un programa de seguimiento del impacto benéfico de la ganadería sustentable en los ecosistemas y agroecosistemas, en la conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad y de otros recursos naturales de las tierras de uso ganadero; así como de los efectos de CC (indicadores) y de las medidas y acciones de mitigación, que redunden en un incremento en la capacidad adaptativa de la población y sus sistemas productivos, generando conocimiento útil para los gestores del sector ganadero.
- Desarrollar un Inventario de iniciativas en torno a los retos del CC y la producción ganadera.
- Contribuir a la generación de conocimiento científico y su aplicación para mitigar y adoptar medidas de adaptación ante el CC en el sector ganadero.
- Contribuir con la CGG-SADER e IICA en el monitoreo de la "Condición Actual" de los agostaderos y praderas, su tendencia y capacidad de carga animal.
- Promover la integración y consolidación, a nivel local o regional, del capital humano (productores, técnicos, investigadores, académicos, ONG's, y otros actores interesados) para consolidar y desarrollar la base de conocimiento de la ganadería sustentable.
- Proponer líneas de investigación y/o proyectos regionales o locales de ganadería sustentable.

MECANISMOS FINANCIEROS Y MODELOS DE NEGOCIOS REGIONALES

La NAMA GS promueve mecanismos financieros y modelos de negocios adaptados regionalmente, pro-

piciando la participación público-privada en la capacitación de recursos. Con este objetivo, se busca la creación de Fondos Mixtos de Financiamiento que aseguren la sostenibilidad; se trata, pues, del desarrollo de fondos público-privados con la cooperación de organismos empresariales, fondos internacionales o nacionales, gobierno federal y estatal, en apoyo tanto al componente financiero como al técnico, para fomentar modelos de negocios regionales para carne y leche, acondicionados a las necesidades de los diferentes estratos de ganaderos y de regiones ecológicas (véase figura 2).

FIRA es un actor clave para la sostenibilidad y apoya a través de garantías el acceso al crédito formal. Como banca de desarrollo fortalece al sector finan-

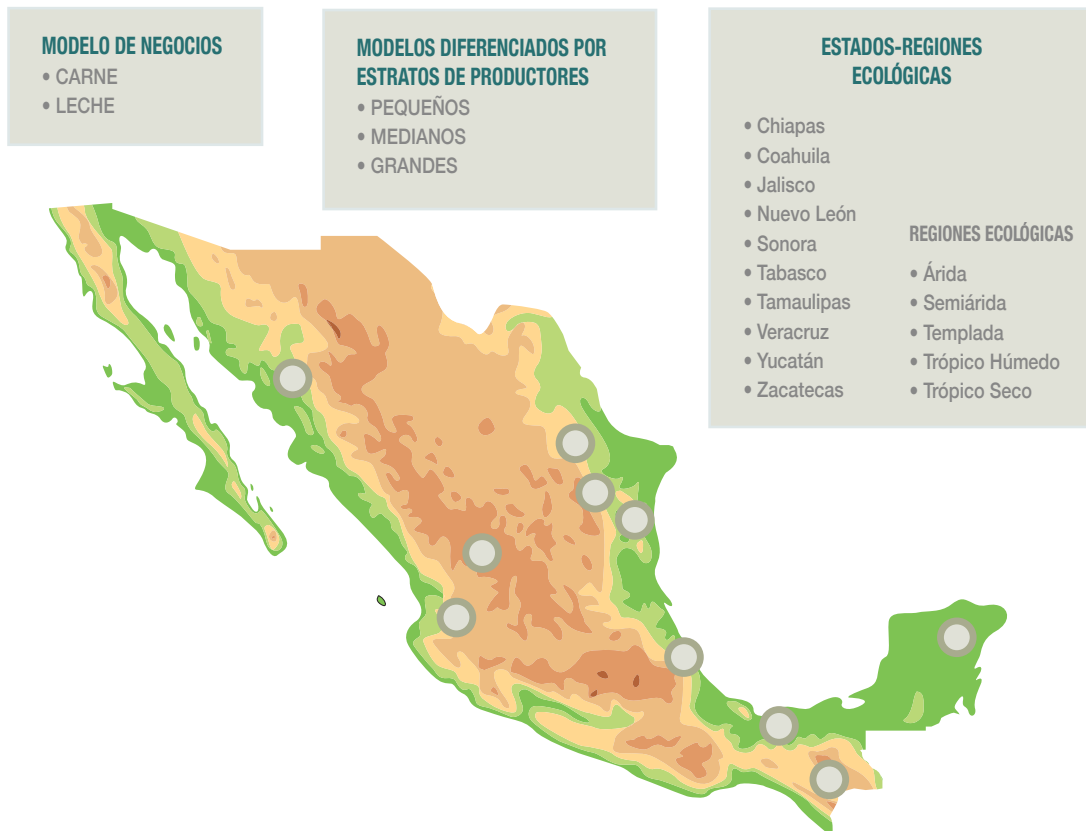
ciero para detonar el crecimiento, la inclusión y la sustentabilidad.

El sector privado con responsabilidad social, en alianza con el sector público, proporciona diferentes incentivos a la sostenibilidad como: incentivos económicos por litro de leche sustentable; precio diferenciado en carne sustentable; reforestación. También propiciará canales de comercialización seguros para la compra de becerros y para la compra de leche.

El mercado de la carne y de la leche bovina

El mercado mexicano de leche se estima en 16,129 millones de litros. La producción nacional abarca 74.5% del consumo total. Pese a ser una cadena estable, uno de sus

Figura 2
MODELO DE NEGOCIOS



principales desafíos estriba en el sistema bovino de doble propósito en pastoreo, ya que el eslabón primario presenta problemas de rentabilidad y competitividad, derivado de una deficiente colocación y comercialización que se relaciona a su vez con el grado de tecnificación, condiciones sanitarias y de calidad, lo que contribuye a una producción nacional insuficiente para la industria.

México ocupa el 6° lugar mundial en producción de carne (3.1%); el 9° lugar en exportación a 15 países (con 84% a EUA), con 2.9% del mercado y el 12° lugar en importación. CNOG y AMEG, entre otros, han logrado que la cadena esté integrada y sea un sector ganador en el mercado de carne bovina.

La mayoría de pequeños y medianos ganaderos comercializan su producción (becerros y leche), a “puerta de corral” a intermediarios, es decir, a un mercado informal no regulado. Por ello, se propone la participación de la industria pecuaria para la comercialización de los productos mediante órdenes de pago o la suscripción de contratos de compra-venta.

Aunque aún falta mucho por hacer, el mercado del ganado ha transitado de un esquema centrado en intermediarios hacia uno de centros de subastas públicas o privadas, lo que genera mayor competencia, mejora sustancialmente el precio y el ingreso objetivo del productor. Los centros de subastas, en las diferentes regiones ganaderas, aseguran un comercio sin intermediarios que lo vuelve más adecuado y justo.

El mercado de las tecnologías y el modelo de negocio

Los equipos y materiales para la implementación de los nueve grupos de tecnologías, antes mencionados, existen en el mercado nacional, pero la capacidad adquisitiva de los pequeños productores es limitada y su acceso al

financiamiento también. La mayoría de los productores trabajan bajo una estrategia de mantenimiento productivo financiado por recursos propios derivados de los flujos de su actividad productiva o bien acuden a préstamos personales, lo que limita seriamente las inversiones en mejoras tecnológicas, comprometiendo la productividad y la rentabilidad de sus unidades económicas. Sólo un pequeño número accede al crédito formal para llevar a cabo inversiones en mejoras tecnológicas, y que no necesariamente se orientan hacia una GS.

Para implementar las prácticas propuestas por la NAMA GS, se generó una evaluación técnico-financiera tipo paramétrica del modelo de negocio, que estima una inversión total promedio de \$500 mil para su recuperación en un lapso de cinco años, lo que significa un incremento en costos de 20% por arriba de la tecnología tradicional; sin embargo, en el mismo lapso, los ingresos se incrementan aproximadamente 120%. Por ejemplo, en el caso de la producción de carne, se estima que la carga animal por hectárea puede duplicarse e incrementar el peso de cada animal con menos tiempo de pastoreo, por lo que el volumen para venta es un poco más del doble a partir del tercer año. En el caso de la leche, bajo criterios similares de mayor carga animal y productividad, el volumen de producción se incrementa en 20% al quinto año.

Las tecnologías de la NAMA GS contemplan la planeación de pastoreo y de aplicación de herramientas necesarias para recuperar, conservar y/o mejorar los procesos del ecosistema con una visión y criterios holísticos, para incrementar la producción sustentable forrajera y su uso eficiente, mejorar la asignación y disponibilidad de forrajes de mejor calidad nutritiva, tanto energéticos como proteicos, con lo que además de aumentar la productividad de los animales, ya sea

en leche o carne, se puede incrementar la carga animal con un crecimiento global de la productividad de la UPP. Por otra parte, se disminuyen los costos de producción al reducir sustancialmente el uso de fertilizantes, pesticidas y suplementos alimenticios.

Aunado a lo anterior, la propuesta contempla el desarrollo de un mercado diferenciado para productos GS-BE, generando procesos de certificación y sellos o marcas distintivas, que podrían lograr un sobreprecio de por lo menos 20%, de acuerdo con la experiencia de mercados similares.

Los modelos de negocio se basan en la aplicación de tecnologías de GS-BE, bajo la premisa de reducción de emisiones, así como la captura de carbono a través de cambios en las prácticas convencionales, al tiempo que se mejora la productividad y la rentabilidad.

Financiamiento

En México las tasas de interés comerciales para inversión en ganadería se ubican entre 13 y 18%, lo que aunado a una limitada rentabilidad genera resistencia en los

productores para realizar inversiones que les permitan adoptar un modelo de negocios sobre la GS-BE. El principal factor que limita el acceso al financiamiento es la falta de garantías colaterales por parte de los productores, así como la alta percepción de riesgo por parte de intermediarios financieros debido a los bajos parámetros productivos en los ranchos ganaderos y la falta de mercados estables para la leche y la carne.

Por lo que FIRA apoya mediante la instrumentación de un esquema de garantías y reducción de tasa de interés (véase tabla 7), para fomentar la participación de los pequeños y medianos ganaderos. Los gobiernos estatales participan para canalizar en promedio subsidios equivalentes al 20% del valor para la implementación de tecnología sustentables.

Respecto al apoyo en reducción de tasa de interés, se contempla una bonificación al productor de 4% de la tasa de interés, distribuidos de la siguiente manera: por una parte, FIRA —mediante el programa de inducción al financiamiento “Incentivos a la Población Prioritaria” — bonifica 2% sobre la tasa de interés contratada, y,

Tabla 7

APORTACIONES FINANCIERAS

INSTITUCIONES	CONCEPTO	PORCENTAJE DE APOYO Y/O PARTICIPACIÓN
Gobiernos estatales	Subsidios	20%
FIRA bonificación	Reducción en tasas de interés	2%
Fondos internacionales y/o nacionales	Reducción en tasas de interés	2%
FIRA FONAGA	Garantía	20%
FIRA bonificación Costo FEGA	Garantía	50%
FIRA bonificación	Servicios de garantías	50%
Fondos Internacionales y/o Nacionales	Garantía	10%

por otra, mediante donativos de fondos internacionales o nacionales reduce otro 2%.

En el tema de apoyo a garantías, FIRA cuenta con un esquema de garantías colaterales integrado en dos fondos: FONAGA, que otorga 20% de garantía y FEGA, que otorga otro 50%. Además de una bonificación de 50% al pago de servicios de las garantías FEGA con el apoyo de “Incentivos a la Población Prioritaria”. En complemento, se otorgará una garantía colateral de 10%, con recursos de fondos internacionales o nacionales, así el productor dispone de 80% de garantías para la contratación del crédito, además de la bonificación para el pago del servicio.

Con los apoyos financieros propuestos (a tasas de interés y garantías colaterales), por un lado, se disminuye la percepción de alto riesgo de la banca y, por otra, los productores tendrían un producto crediticio más atractivo para llevar a cabo las inversiones.

Para la mejor operatividad del mecanismo se considera lo siguiente:

- El mecanismo financiero contempla el involucramiento de varios organismos públicos y privados para sustentarlo a largo plazo.
- Los gobiernos estatales a través de sus secretarías, relacionadas con el sector agropecuario, otorgarán subsidios para activos productivos.
- Diversos intermediarios financieros regionales, como la banca comercial, banca de desarrollo y sociedades formales de crédito y ahorro, mediante el fondeo de FIRA, otorgarán el crédito a los productores.
- IICA y FIRA convendrán el esquema de canalización de recursos de los fondos internacionales o nacionales para apoyar con 10% en las garantías colaterales, así como para la reducción en 2% a la tasa de interés.

La reducción progresiva de apoyos provenientes de los fondos internacionales o nacionales para un periodo de cinco años, se realizará mediante:

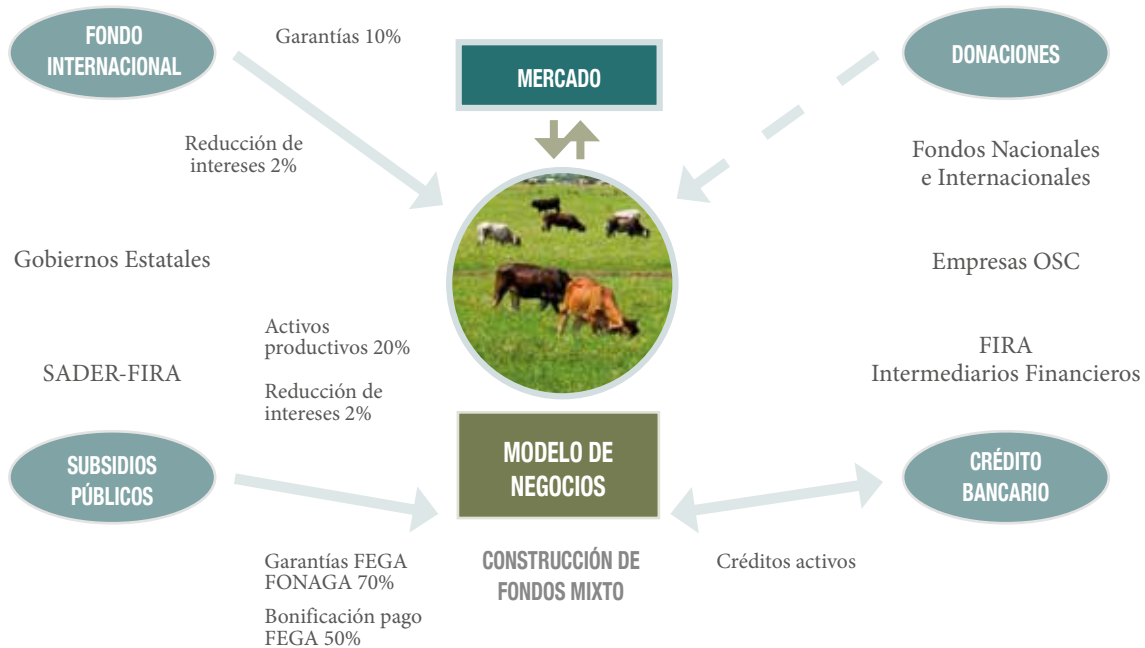
- Incremento de las participaciones subsidiarias de los gobiernos estatales, pasando de 20 a 25%, 1% crecimiento promedio anual.
- Incorporación de la participación subsidiaria del gobierno federal sobre 5% de las inversiones, 1% aportación incremental promedio anual.
- Desarrollo de fondos mixtos público-privados con la cooperación de organismos empresariales y fondos internacionales o nacionales, en apoyo tanto al componente financiero como al componente técnico.
- Pago a servicios técnicos. Actualmente no hay pago de los productores a los servicios proporcionados por los técnicos, se espera que sea a partir del tercer año que los productores paguen 15%, incrementándose en esa cantidad anualmente hasta alcanzar 75%, y que el gobierno mexicano aporte 25% por su parte.

Los fondos internacionales o nacionales que no se apliquen (garantías), se usarán para constituir un fondo de garantía para el respaldo de futuros créditos para la replicabilidad de proyectos en GS. Este servicio tendría costo para el usuario a fin de hacerlo sostenible en el tiempo.

Con la implementación de las tecnologías propuestas, las UPP incrementan su productividad y utilidades, lo que les permitirá ser autosuficientes en inversiones futuras. Asimismo, la probabilidad de impagos de créditos será reducida, lo que permitirá liberar recursos de la NAMA que se hayan reservado como garantías.

Figura 3

MODELO DE FINANCIAMIENTO DE LA NAMA GS



Contribución financiera del sector privado

El crédito se otorgará a través de distintos intermediarios financieros (banca comercial, SOFOMES, SOFIPO, uniones de crédito, cajas de ahorro y banca de desarrollo), con fondeo de recursos FIRA, mediante modelos de inversión y financiamiento diseñados para este proyecto. En un periodo de cinco años se financiarán 3,270 UPP.

Los intermediarios financieros participantes deberán tener un desempeño histórico positivo en sus operaciones con FIRA, para ello, mediará un acuerdo con la Asociación de Bancos de México. Esta contribución es segura dado el fondeo FIRA.

La aportación de los productores, considerando los beneficios de garantías, disminución de tasas y el apoyo de subsidios, es alta.

El sector privado con responsabilidad social, en alianza con el sector público, proporcionará incentivos a la sostenibilidad: centavos por litro de leche; centavos por kilogramo de carne; reforestación. También propiciará canales de comercialización seguros: compra de becerros; compra de leche y sus derivados.

Contribución financiera de donantes

Se buscará la participación de Organismos No Gubernamentales (ONG) (nacionales e internacionales), fondos internacionales o nacionales, agroindustrias pecuarias, organizaciones de productores y particulares, que aporten recursos para constituir fondos mixtos de financiamiento, en beneficio de GS-BE.

Mediante la MRGSM se han contactado diferentes actores, así como organizaciones ganaderas regionales y nacionales, con interés de apoyar las acciones de la NAMA.

Contribución financiera del sector público

Los gobiernos de los estados aportarán un subsidio de 20% del valor de las inversiones, como aportación directa para la implementación de tecnologías. Ya que el propósito es promover una ganadería que contribuya a la disminución de emisiones, y que mejoren los niveles de productividad, la probabilidad de aportación de los gobiernos es alta. Para tal fin se establecerán convenios que aseguren el compromiso de apoyo, además de propiciar la creación de instrumentos de política que generen mayor certeza en la continuidad y prioridad de subsidios al fomento de la GS.

FIRA, como banca de desarrollo, apoyará con una bonificación al productor de 2% anual de la tasa de interés, así como la bonificación del 50% del costo por servicio de garantía FEGA. Estos recursos forman parte del programa de apoyos financieros que el gobierno mexicano tiene para fomentar la inclusión financiera y abatir las barreras de acceso a servicios financieros de los productores.

SISTEMA DE INNOVACIÓN EN GANADERÍA SUSTENTABLE-BAJAS EMISIONES

La NAMA GS cuenta con un sistema de innovación en GS-BE con base en una amplia participación de actores público-privados, relacionados con la academia, la investigación, los servicios técnicos, así como los propios productores, constituyendo un instrumento central para la gestión sostenida del proyecto.

El sistema de innovación territorial facilita el acceso y la adopción de prácticas tecnológicas previstas por la NAMA GS, mediante la dinamización de redes territoriales de innovación conformadas por los propios productores ganaderos con el apoyo de asesores técnicos

especializados y la colaboración de académicos e investigadores expertos en la materia.

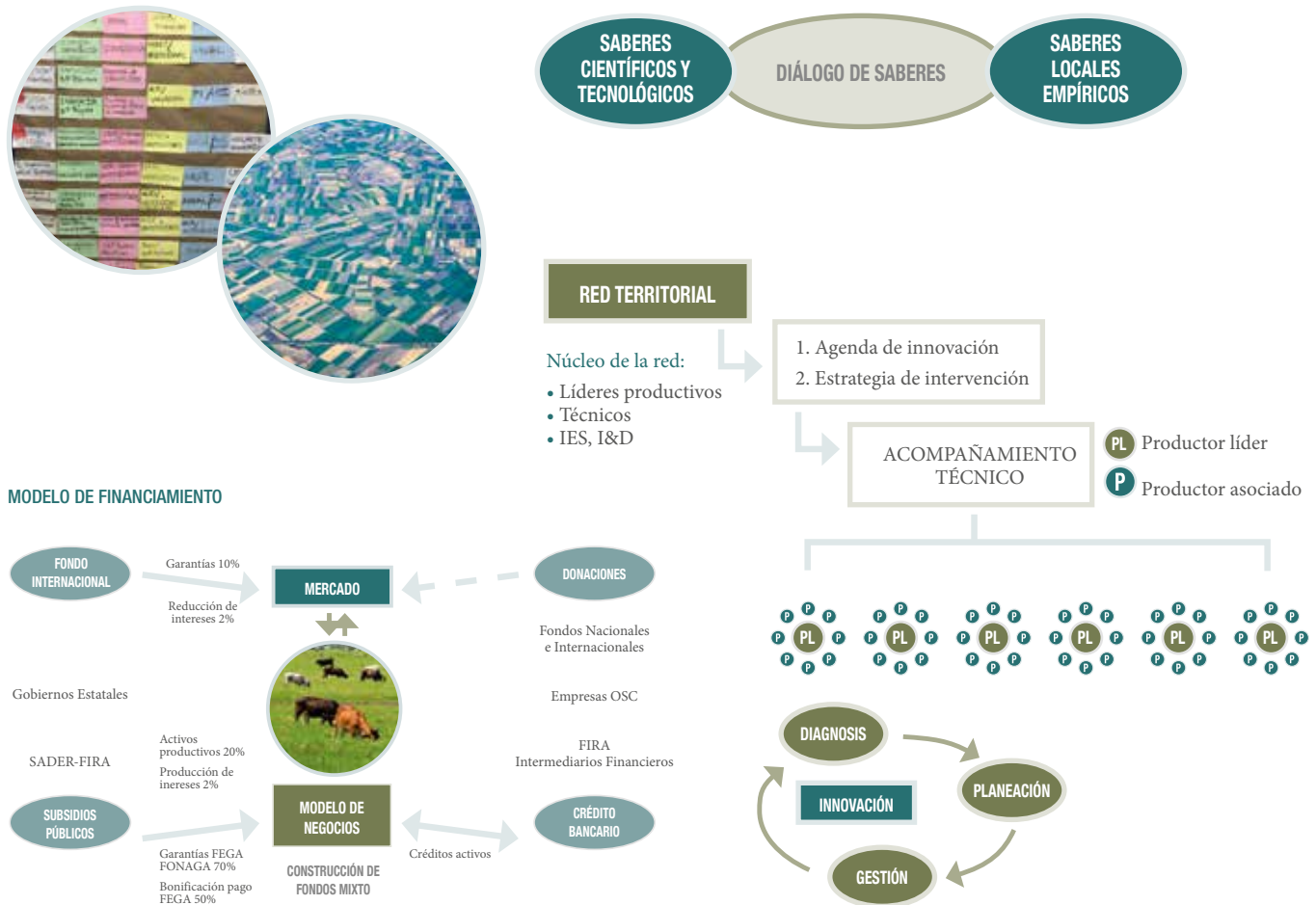
Se trata de dos planos de actuación, el primero integrado por un núcleo de trabajo regional con líderes productivos, investigadores y académicos, técnicos acreditados en GS-BE y funcionarios públicos, para realizar diagnosis, planeación y gestión estratégica territorial. En un segundo plano, se integran grupos locales de GS-BE, con la participación de líderes productivos, técnicos certificados y productores ganaderos participantes, para trabajar en torno a una red de unidades demostrativas de tecnologías en GS.

En este sentido, la columna vertebral de las redes territoriales la integran la red de ranchos demostrativos, desde donde líderes productivos regionales colaboran a partir del cumplimiento de los siguientes criterios:

- Gestión empresarial y la administración para el desarrollo sustentable de sus ranchos.
- Adoptar prácticas de los grupos de tecnologías propuestos por la NAMA GS.
- Permitir que grupos regionales de productores visiten y observen la aplicación del manejo holístico, así como las prácticas tecnológicas sustentables adoptadas.
- Informar a los productores sobre los resultados productivos y financieros obtenidos con la aplicación en la gestión empresarial y tecnologías sustentables.
- Interactuar con el grupo regional de productores para identificar innovaciones factibles de llevar a cabo, a efecto de contribuir a una visión territorial y de manejo integrado del paisaje en torno a la GS.

Los ranchos demostrativos tienen un papel fundamental para el sistema de innovación territorial al asumirse como un *espacio de aprendizaje para la innovación*, en el que los primeros sujetos de gestión de

Figura 4
SISTEMA DE INNOVACIÓN EN GANADERIA SUSTENTABLE Y DE BAJAS EMISIONES



aprendizajes son el dueño y otros tomadores de decisiones en el rancho (familiares, vaqueros, etcétera), ya que son ellos quienes deben seleccionar e implementar prácticas tecnológicas sustentables, en las que el asesor técnico tiene la tarea de facilitar el desarrollo de capacidades sobre la gestión empresarial y la adopción tecnológica.

En segundo término, pero con un papel más relevante, el rancho demostrativo se vuelve un espacio de difusión territorial de la GS y de aprendizaje para el grupo o

grupos regionales de productores interesados en transitar hacia una GS, basado en el desarrollo de capacidades a partir de las demostraciones prácticas, la interacción entre productores y el logro de resultados tangibles, tanto en torno a indicadores de productividad como también de índole financiero y de sustentabilidad.

Respecto a las capacidades a desarrollar, para la adopción de tecnologías sustentables, el sistema de innovación GS-BE facilita el diálogo entre los ganaderos con conocimientos locales y empíricos, con los saberes

científicos y tecnológicos de los técnicos, profesionales e investigadores. De este modo, trabaja de forma permanente sobre tres cursos de acción: diagnóstico, planeación y gestión, cuya interacción genera un círculo virtuoso para el desarrollo de capacidades (gestoras, productivas-sustentables y empresariales), tanto en los productores ganaderos como en los diferentes actores de la cadena.

Por lo anterior, es imprescindible desarrollar capacidades para el cambio tecnológico, a través de la capacitación, asesoría y gestión de conocimiento, mediante la generación de procesos con los actores involucrados que contribuyen a la adopción de tecnologías y de buenas prácticas. Sobre todo, es clave contar con técnicos certificados, con base en un perfil de competencias profesionales, a través de un programa de formación para el desarrollo de dichas competencias.

En síntesis, el sistema de innovación para GS-BE asegura de forma permanente el acceso a servicios

de asesoría, capacitación e intercambio tecnológico, en torno al uso de tecnologías de GS-BE, pues es el principal mecanismo de sensibilización y desarrollo de capacidades en los actores de las cadenas de valor carne y leche.

En definitiva, la sostenibilidad de la NAMA GS depende del sistema de innovación, por lo que se trabaja también en la adecuación de instrumentos de política pública que apoyen el pago de servicios profesionales, con el fin de que se sostenga de las contribuciones de productores y de los subsidios gubernamentales.

SISTEMA MRV APROPIADO POR LOS BENEFICIARIOS

El sistema para medir (M), reportar (R) y verificar (V) (MRV), la NAMA GS tiene como objetivo reunir



información confiable sobre el proceso de transición hacia la GS de las UPP participantes y los avances en las metas establecidas que den cuenta de los efectos de la adopción de tecnologías y de buenas prácticas en la reducción de GEI, conforme las fuentes de emisiones establecidas en la NAMA para las UPP participantes en cada estado, así como a la conservación del patrimonio natural de las tierras de uso ganadero: ganadería en condiciones de pastoreo (fermentación entérica, manejo de excretas y crecimiento medio anual de ganado); quemas de pastizales eliminada; deforestación eliminada en las UPP (vegetación leñosa); degradación de vegetación (vegetación leñosa); reducción de deforestación en zona de conectividad (cambios en zonas aledañas: SSP, cercos vivos y superficie de pastoreo); SSP (en cinco estados); bancos de proteínas; reforestación en las UPP (vegetación leñosa); eliminación de degradación de vegetación en zona de promoción de conectividad (vegetación leñosa), la planeación y ma-

nejo sustentable del pastoreo y en la producción de ganado con una visión holística.

El sistema MRV integra variables sociales, económicas y ambientales, así como diferentes escalas: UPP-paisaje-región. Genera procesos participativos que aseguran la apropiación del sistema, por parte de los actores involucrados, a través de talleres en campo en cada estado; establecimiento de las UPP permanentes de monitoreo demostrativas para la validación y apropiación de la metodología; procesos de formación y desarrollo de capacidades de los actores participantes que aseguran la toma de datos y el registro sistemático de información.

Las actividades comprenden todas las relacionadas con el sistema MRV en la reducción de GEI, incluyen: apoyo técnico y científico; monitoreo de la sostenibilidad del proyecto; "condición actual", tendencia y capacidad de carga de agostaderos y praderas, entre otras.







Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la Ganadería Extensiva y el potencial de Mitigación de la NAMA GS



ESTADO DEL ARTE DE LAS EMISIONES EN MÉXICO

Introducción

La relación CC y ganadería resulta ser una de las más complejas, ya que la ganadería es considerada una de las principales fuentes de emisión de GEI en el mundo y, por tanto, una actividad que promueve el CC (Gerber *et al.*, 2013), pero al mismo tiempo es una actividad que de forma directa depende de la estabilidad de los sistemas climáticos, por lo que se encuentra en riesgo latente ante el CC (IPCC, 2014). Esta compleja situación, se percibe difícil de resolver ante el inminente incremento de la población, el consecuente aumento en la demanda de alimentos de origen animal y el incremento en las emisiones de GEI (Conforti, 2011; Nardone *et al.*, 2010).

El complicado escenario que plantea la relación entre CC y ganadería obliga a prácticamente todas las naciones del mundo a buscar soluciones que permitan atender la necesidad de alimentos de origen animal con sistemas de producción de bajas emisiones de GEI, y que además promuevan la adaptación al CC (van Wijk, 2014). Este tipo de producciones ganaderas son cada vez más necesarias debido a los evidentes efectos y consecuencias del CC en cualquier rincón del mundo (IPCC *et al.*, 2018).

Ante la emergencia climática, México forma parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) desde 1991. Esta organización de cooperación internacional registra diferentes acuerdos como son el de París que busca, entre otras cosas, el compromiso de los países firmantes para alcanzar la reducción de

emisiones de GEI que permita mantener el incremento de temperatura media mundial muy por debajo de los 2°C. Las acciones que cada país se compromete alcanzar para cumplir con la meta del Acuerdo de París se conocen como CNDC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2015). Las CNDC de México están orientadas a reducir 22% de sus emisiones respecto a su línea base de emisiones para 2030. En este punto, es importante señalar que México fue un paso más adelante e incorporó sus CNDC dentro de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) y asignó un porcentaje de reducción para cada sector productivo. Para la ganadería, la LGCC contempla una reducción de 8% de sus emisiones para 2030 (Congreso de la Unión, 2014).

El objetivo del país sobre la reducción de emisiones de GEI en la ganadería es un reto importante que requiere de un amplio esfuerzo interinstitucional. En este sentido, el IICA, la SADER, a través de la CGG, mediante la Comisión Técnico Consultiva de Coeficiente de Agostadero (COTECOCA) y la FMVZ-UNAM, encabezan la presente iniciativa para identificar las áreas de oportunidad en la lucha contra el CC en un sector tan estratégico para el país como lo es la ganadería. En este apartado, el estado del arte sobre la estimación de emisiones de GEI en ganadería y de mitigación, se identifican las acciones más efectivas. Además, analiza los avances y lecciones aprendidas que permiten hacer más eficiente el trabajo y los recursos.

Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

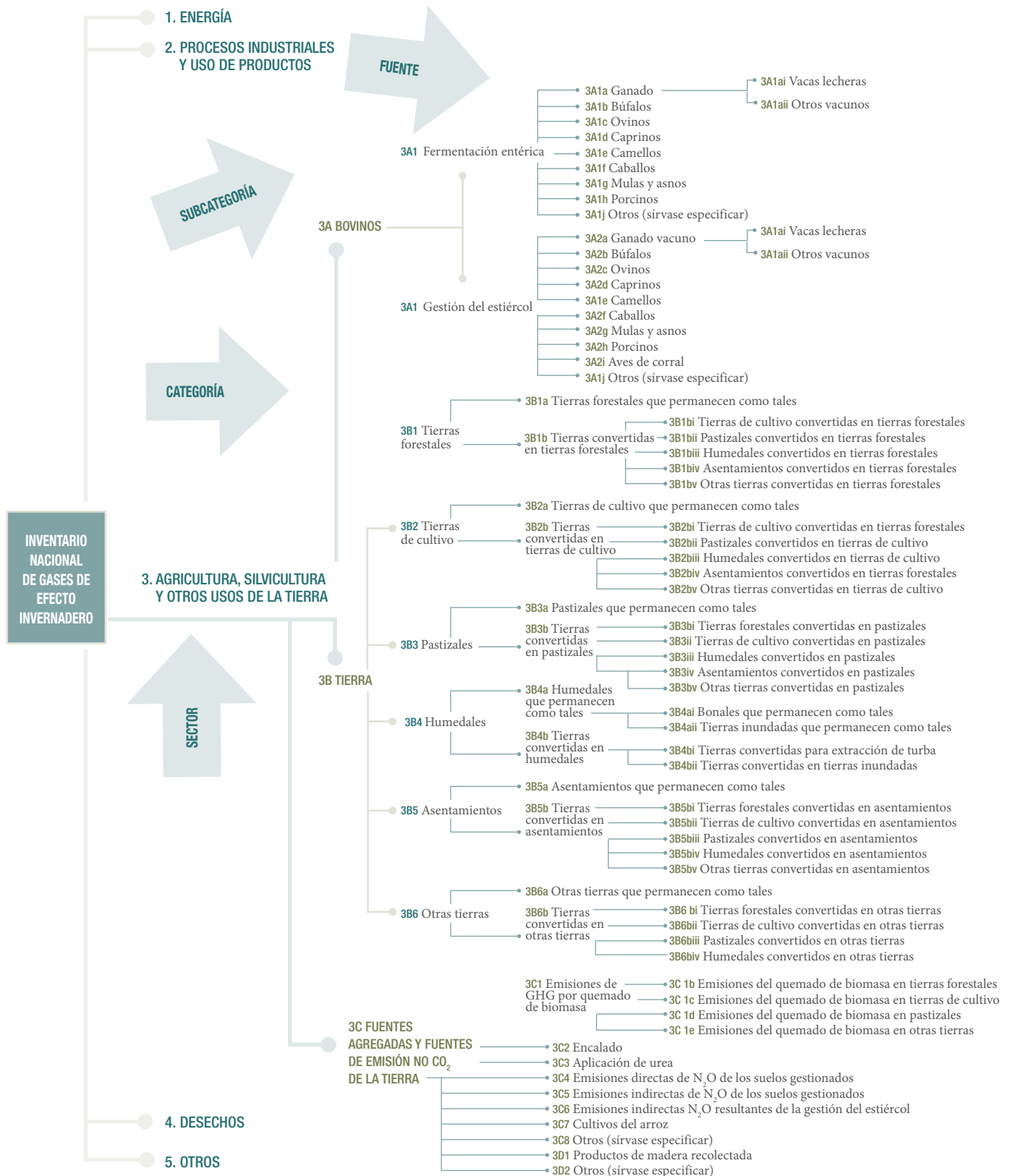
La estimación de emisiones que cada país realiza como miembro de la CMNUCC se conoce como Inventario Nacional de Emisiones de GEI. Estos instrumentos se rigen bajo los siguientes cinco preceptos:

1. **Comparabilidad.** Los inventarios nacionales se pueden comparar entre los diferentes países al utilizar la misma clasificación de sectores, categorías de fuentes de emisión y absorciones.
2. **Exhaustividad.** Los inventarios nacionales cubren todas las fuentes de emisión y absorciones que suceden dentro del territorio.
3. **Consistencia.** Cada uno de los factores de emisión y supuestos se utilizan a lo largo de la serie histórica de emisiones y absorciones.
4. **Transparencia.** La información utilizada para la estimación (datos de actividad, factores de emisión y supuestos) se registra y se publica en un documento.
5. **Precisión.** El inventario nacional, en la medida de lo posible, no contiene sobre o subestimaciones. Lo que significa que en esa medida se tiene que evitar el sesgo de la información, así como calcular la incertidumbre de la información.

Estos preceptos son el resultado de un esfuerzo internacional para que los inventarios nacionales sean información útil en la evaluación de las tendencias de emisiones de GEI a nivel mundial, el efecto de las acciones de mitigación y la creación de escenarios de CC. Los preceptos están contenidos en la metodología para la elaboración de los inventarios nacionales de emisiones del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, por sus siglas en inglés). La última guía metodológica para inventarios nacionales desarrollada por el IPCC data del 2006 (IPCC, 2006a), es importante mencionar que para el caso de México, el uso de estas guías está mandatado en la LGCC (Congreso de la Unión, 2014) para la estimación del inventario nacional.

Figura 5

CLASIFICACIÓN DEL SECTOR AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DEL SUELO DE ACUERDO CON EL IPCC 2006



Las directrices 2006 del IPCC agrupan a las emisiones por su origen en cuatro sectores:

1. **Energía (Energy)**. Este sector agrupa emisiones provenientes de la quema de combustibles fósiles.
2. **Procesos Industriales y Uso de Productos (IPU)**. En este sector se agrupan todas las emisiones asociadas a los procesos productivos en la industria que no involucran la quema de combustibles fósiles como energía.
3. **Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra (AFOLU)**. Este sector agrupa las emisiones que provienen de las actividades agrícolas, de ganadería, y de silvicultura y por el uso del suelo. Excluyendo el consumo de combustibles fósiles y procesos industriales de los insumos utilizados para la actividad.
4. **Residuos**. Este sector agrupa las emisiones provenientes del manejo de los residuos urbanos y de aguas residuales generados en los procesos industriales.

La clasificación que propone el IPCC busca agrupar las emisiones por categorías, fuentes de emisión y subfuentes de emisión que están asociadas directamente a las actividades. Así, por ejemplo, para el caso de las emisiones de la ganadería que se encuentran dentro del sector agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (Agriculture, Forestry and Other Land Uses, AFOLU, por sus siglas en inglés) se encuentran dentro de la categoría denominada Ganado (*livestock*), que a su vez cuenta con dos subca-

tegorías de emisión: fermentación entérica y manejo de las excretas, y finalmente, cada una de las especies productivas (bovinos, ovinos, porcinos, etcétera) son una fuente de emisión (véase figura 5). Esta clasificación trata de agrupar a las emisiones directas de la ganadería; sin embargo, es importante considerar que existen otras fuentes de emisión asociadas a la producción ganadera que no se reflejan dentro de la categoría Ganado. Estas otras categorías son: emisiones indirectas por el manejo de excretas y cambios de uso del suelo hacia los pastizales (IPCC, 2006b), que se ubican en la categoría de Fuentes agregadas y fuentes de emisión de no CO₂ de la tierra y en la categoría Tierras, respectivamente (véase figura 5). Esta consideración es importante, sobre todo, al tomar en cuenta que las acciones de mitigación se asocian a estas emisiones (UNEP, 2012).

Criterios del nivel o tier de emisiones

Para realizar la estimación de emisiones, las directrices del IPCC consideran tres niveles o *tiers*. A grandes rasgos, los criterios o necesidades de información para el desarrollo de cada uno de ellos se pueden observar en la tabla 8. Cabe señalar que el esfuerzo que realiza la cooperación IICA-COTECOCA-FMVZ-UNAM para identificar las opciones de mitigación en la ganadería considerará los criterios que se señalan en el nivel 2 de la tabla.

Tabla 8

TABLA COMPARATIVA DE LOS CRITERIOS PARA ALCANZAR LOS DIFERENTES NIVELES O TIERS EN LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE LA GANADERÍA

NIVEL O TIER	CRITERIOS	
	DATO DE ACTIVIDAD	FACTOR DE EMISIÓN
1	Sin desagregación. Sólo se utiliza el total de la población animal por especie.	Por defecto de las directrices de acuerdo con la región en la que se encuentra el país.
2	Desagregado considera: <ul style="list-style-type: none"> • Etapas productivas (vacas, vaquillas, etcétera). • Pesos promedio por etapa productiva. • Contenidos energéticos y proteínicos de las dietas por etapa productiva. • Producción (kg de leche, carne). • Actividad por etapa productiva. • Temperatura promedio de los meses más fríos del lugar. 	Propio del país a partir del desarrollo de las ecuaciones contenidas en las directrices del IPCC o mediante mediciones en vivo en ambos casos, utilizando la información desagregada de los datos de actividad.
3	Desagregado y además de la información del nivel 2 se incluyen: modelos que consideren los crecimientos de animales, variaciones de consumo de alimento a lo largo del año, producción y temperatura del lugar.	Propio del país a partir de mediciones en tiempo real que se incorporan a los modelos de los datos de actividad.

Los niveles o *tiers* en un inventario nacional representan la disponibilidad de información en un país, la complejidad del inventario y la exactitud o incertidumbre del mismo (IPCC, 2006a). Por estas razones es que los inventarios nacionales se encuentran en mejora continua, pues esta información se puede generar en el país con el paso del tiempo.

La actualización y mejora de los inventarios nacionales es un proceso que sucede en todos los países, y en gran medida depende de la disponibilidad de la información, de la generación de conocimiento y del fortalecimiento y creación de capacidades que suceden

en un país. Los avances y logros alcanzados e historia de los inventarios nacionales se observan en las comunicaciones nacionales, reportes del inventario nacional e informes bienales. Estos documentos son elaborados por cada país y enviados en tiempos y periodos establecidos a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 1992).

En la última actualización del Inventario Nacional de Emisiones de GEI y para dar cumplimiento con los compromisos internacionales ante la CMNUCC, México ha enviado seis comunicaciones nacionales y dos informes bienales (SEMARNAT-INECC, 2018).

En el último de estos documentos se estima que el país emitió cerca de 700 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂e). Del total del inventario, 10.05% corresponden a la categoría ganado (70.6 MtCO₂e) y de la ganadería, 71% (50.1 MtCO₂e) corresponden a los bovinos.

Acerca de las estimaciones de la emisión de GEI en bovinos: inventario nacional y otros inventarios

Desde el primer inventario nacional publicado en 1995 hasta el último publicado en 2018, las emisiones de la ganadería presentan incremento en magnitud en las diferentes series históricas (INECC, 2018; SEMARNAT, 2012). Metodológicamente hasta el 2013 se utilizaron las directrices del IPCC 1996 para la estimación de las emisiones en la ganadería nacional. En este inventario para la fermentación entérica de los bovinos se consideraban dos factores de emisión, uno para bovinos bajo la producción de leche (104.3 kg CH₄⁻¹ cabeza⁻¹año), y otro para el resto de los bovinos del país (47.4 kg CH₄⁻¹ cabeza⁻¹año). Sobre las emisiones provenientes del manejo de excretas para el caso del CH₄ se utilizaron los factores de 1 y .694 kg CH₄⁻¹ cabeza⁻¹año para los bovinos, para la producción de leche y el resto de los bovinos, respectivamente. Para el caso de las emisiones por N₂O se asumió que 66% de los bovinos se encontraban en pastoreo y que el resto de las excretas eran aplicadas en cultivos agrícolas (SEMARNAT, 2012).

En el último inventario nacional se utilizan las directrices del IPCC en la versión 2006 y para el caso de la fermentación entérica en bovinos en la producción de leche se incluye el criterio de la producción para la selección del factor de emisión. Bajo este enfoque metodológico se utilizan ocho factores de emisión distribuidos en 32 entidades del país, y para el resto de los bovinos se dividió la población en dos etapas produc-

tivas: vientres y animales de engorda, además se utilizó el factor de emisión de América Latina (56 kg CH₄⁻¹ cabeza⁻¹año) proveniente de las directrices IPCC 2006 (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2018).

En la estimación de las emisiones provenientes del manejo de las excretas para los bovinos en la producción de leche se asume un manejo de excretas en fase líquida en la colección, lagunas y biodigestores para almacenaje y disposición. Esta caracterización utiliza la temperatura promedio de cada una de las entidades, por lo que, para cada una de ellas existe un factor de emisión para CH₄. Para el resto de los bovinos utilizan la temperatura promedio de las entidades federativas y asumen que la etapa de vientres se encuentra en pastoreo y los animales en engorda se encuentran en corrales con piso de tierra y que al finalizarla las excretas son almacenadas en un estercolero; con esta caracterización obtienen un factor de emisión por cada entidad federativa (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2018). Finalmente, para las emisiones de N₂O utilizan la misma caracterización de excretas, tanto para la producción de leche como para otros bovinos, y agregan el peso promedio por entidad federativa proveniente del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) para obtener la excreción de nitrógeno y así utilizar los factores de emisión de N₂O correspondiente a cada sistema de manejo de excretas provenientes de las directrices del IPCC 2006 (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2018).

El efecto metodológico entre los dos últimos inventarios nacionales (2013 y 2018) representan un incremento de 50.7% de las emisiones para el 2010 (véase tabla 9), esta comparación se realiza respecto al 2010 debido a que es el último estimado para el inventario 2013. La diferencia más importante radica en las emi-

siones de CH₄ por manejo de excretas (948%), para la fermentación entérica existe un incremento de 40.6%. Cabe señalar que en las emisiones de N₂O por manejo de excretas es la única fuente de emisión en la que el inventario 2018 presenta una menor emisión en comparación con el inventario 2013 (véase tabla 9). Sin embargo, en la redacción del inventario 2013 se destina un capítulo especial para relatar las dificultades y el posible error en la estimación del N₂O, aunque la principal diferencia se encuentra en el uso de la metodología. De acuerdo con la metodología 1996 del IPCC, la totalidad de las emisiones de N₂O (emisiones indirectas de N₂O y de emisiones N₂O de animales en pastoreo) por ma-

nejo de excretas se encuentran en la categoría Ganado; mientras que, para las directrices 2006 las emisiones de N₂O por manejo de excretas de animales en pastoreo, así como las emisiones indirectas se encuentran dentro de la categoría 3C Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO₂ de la tierra. Al contabilizar 0.89 MtCO₂e de las emisiones de N₂O indirectos por el manejo de excretas y 4.5 MtCO₂e por animales en pastoreo, el resultado total de las emisiones N₂O por manejo de excretas en el inventario 2018 es de 9.58 MtCO₂e. Estos ajustes representarían que la ganadería en 2010 emitió 71.11 MtCO₂e, en el inventario 2018, en lugar de 66.43 MtCO₂e publicados.

Tabla 9

COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA CATEGORÍA GANADERÍA PARA 2010 ENTRE LOS INVENTARIOS NACIONALES 2013 Y 2018

CATEGORÍA	INVENTARIO 2013 (MtCO ₂ e)	INVENTARIO 2018 (MtCO ₂ e)
Ganadería (2010)	44.07	66.43
CH ₄ Fermentación entérica	36.81	51.76
CH ₄ Manejo de excretas	1.10	10.43
N ₂ O Manejo de excretas	6.15	4.24

Considerando los cambios metodológicos y el rastreo del total de las emisiones, la diferencia entre los inventarios 2013 (44.07 MtCO₂e) y 2018 (71.11 MtCO₂e) representa un incremento de 162% en las emisiones de la ganadería nacional. De hecho, este efecto representa una de las principales inquietudes tanto para el IPCC como para la FAO (Gerber *et al.*, 2013), puesto que consideran una subestimación generalizada en las emisiones de GEI de la ganadería

debido a falta de información tanto del dato de actividad (población) como en el desarrollo de los factores de emisión.

En los últimos diez años, además de los inventarios nacionales, se identifican un par de publicaciones que realizaron el inventario de emisiones provenientes de la ganadería nacional. El primero de ellos fue publicado en 2014 y, de acuerdo con los autores, utilizaron un *tier 1* modificado de las directrices IPCC, 1996.

Este ejercicio emplea la información del Censo Agropecuario de 2007 levantado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para establecer el número de animales. La población total (23.3 millones de cabezas) se divide en dos regiones (tropical y templado) y para cada región utilizan las categorías en producción y otros. Para obtener el factor de emisión aplican dos tipos de dietas. En la región del altiplano usan una mezcla de forrajes compuesta por pasto kiku-yo (*Pennisetum clandestinum*), pasto cola de rata (*Sporobolus indicus*), pasto rojo (*Eleocharis dombeyana*) y trébol de oveja (*Trifolium amabile*); mientras que, para la región tropical la dieta está basada en pasto estrella (*Cynodon spp*). En ambos casos asumen que las vacas en producción son suplementadas con 30% de la dieta con alimento concentrado compuesto de maíz, pasta de soya, melaza y urea. Con base en esta caracterización, los autores obtienen dos factores de emisión para cada región: 116.8 kgCH₄⁻¹cabeza⁻¹año⁻¹ para la tropical

y de 103.5 kgCH₄⁻¹cabeza⁻¹año⁻¹ (Castelán-Ortega *et al.*, 2014) (véase tabla 10).

Hasta 2019, el mismo grupo de investigadores realiza otro ejercicio de estimación de emisiones para la ganadería bovina del país. Los autores mencionan que es un ejercicio *tier 2* porque utilizan mediciones en vivo. Para establecer el inventario animal utilizan la información del Padrón Nacional Ganadero (PNG) 2016 (31,891,880 cabezas) y la desagregación por etapas (vientres, sementales, vaquillas, novillos, crías macho y hembras, y becerros lactantes) del mismo instrumento. Mencionan una regionalización agroclimática para agrupar la información de los parámetros técnicos y alimenticios obtenidos mediante encuestas. Sin embargo, en la publicación sólo muestran un factor de emisión promedio de 134.8 kgCH₄⁻¹cabeza⁻¹año⁻¹ y estiman únicamente las emisiones por fermentación entérica en bovinos para la producción de leche (Fernando *et al.*, 2019) (véase tabla 10).

Tabla 10
FACTORES DE EMISIÓN EN KG CH₄⁻¹CABEZA⁻¹AÑO⁻¹
POR FERMENTACIÓN ENTÉRICA PARA BOVINOS EN MÉXICO

TIPO DE GANADO	INVENTARIO 2013	INVENTARIO 2018	CASTELÁN-ORTEGA <i>et al.</i> , 2014	FERNANDO <i>et al.</i> , 2019	MORANTE <i>et al.</i> , 2016 (QUERÉTARO)
Leche	104.3	101.8*	116.8	134.8	NE
Otros	47.3	56	103.5	NE	NE
Vacas en lactación múltiparas	NE	NE	NE	NE	223.7
Vacas en lactación de primer parto	NE	NE	NE	NE	201.8

Nota: *promedio ponderado de las 32 entidades federativas. NE= No estimado.

En la tabla 10 se muestran los factores de emisión utilizados, tanto en los inventarios nacionales como en los ejercicios de estimación de GEI, en bovinos para México. Asimismo, se puede observar que los factores de emisión se incrementan a medida que se detalla más la información. Esta situación es consistente con la posición de la FAO y el IPCC respecto a la subestimación de emisiones de GEI en la ganadería (Gerber *et al.*, 2013; Herrero *et al.*, 2011).

A nivel académico existen dos ejercicios estatales: uno para el estado de Baja California y otro para el estado de Querétaro (Meléndez y González, 2013; Morante *et al.*, 2016). La publicación sobre Baja California incluye una estimación para todas las actividades del sector agropecuario de la localidad; metodológicamente para la ganadería realizan un ejercicio *tier 1* con las directrices del IPCC, 1996 usando los factores de emisión de Norteamérica, tanto para fermentación entérica como para el manejo de excretas. Cabe señalar que los autores identifican que en ningún caso las condiciones descritas en las directrices IPCC, 1996 se ajustan a las condiciones de producción del estado, por lo que concluyen que existe subestimación de 30% en las emisiones, pero que se requiere información más detallada para realizar un ejercicio que represente mejor las circunstancias de la entidad en términos de emisiones (Meléndez y González, 2013).

En el caso de Querétaro, el ejercicio se acota a las vacas en lactación de primer parto y multíparas. Utilizan la información de 116 vacas de 11 producciones intensivas del estado para realizar un ejercicio *tier 2*. Y obtienen factores de emisión de 223.7 y 201.8 kgCH₄ · cabeza⁻¹ · año⁻¹ para vacas multíparas y de primer parto, respectivamente.

Finalmente, para el caso de la producción de carne no se identifican ejercicios específicos para el desarro-

llo de estimaciones de GEI y sólo se encontró una publicación que a través de la herramienta de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) establece que para producir un kilogramo de carne en México se emiten 20.60 y 21.73 kg de CO₂e en un sistema de producción intensivo y extensivo, respectivamente (Huerta *et al.*, 2016). En este punto es importante señalar que el ACV es una excelente opción para identificar alternativas respecto a la reducción de emisiones en una cadena producción (Hörtenhuber *et al.*, 2011).

Conclusiones sobre la estimación de emisiones en ganadería

En esta revisión se identifican dos ejercicios adicionales al Inventario Nacional de Emisiones que estiman emisiones en la ganadería bovina; sin embargo, estos ejercicios sólo contemplan emisiones en producción de leche y, exclusivamente, para fermentación entérica. Los ejercicios fueron realizados por un grupo que desde 2014 trabaja con cámaras metabólicas y tras cinco años de investigación obtienen el primer factor de emisión *tier 2* basados en mediciones en vivo (Fernando *et al.*, 2019).

Al respecto del uso de cámaras metabólicas para la medición de CH₄ para desarrollar factores de emisión, es una técnica conocida desde los años noventa del siglo pasado, y que en la actualidad es cuestionada por los altos costos de implementación, mantenimiento y por la representatividad de los resultados debido al estrés que causa a los animales, ya que para la medición se mantienen encerrados en espacios reducidos, situación que se asocia con el desarrollo de comportamiento anormal, sobre todo, en el consumo de alimento y que altera los resultados de la medición del CH₄ (Garnsworthy *et al.*, 2019). Adicionalmente, dentro de la revisión

se encontraron otros esfuerzos para la medición de metano de origen ruminal bajo la técnica de vórtices. Esta técnica permite establecer mediciones en vivo de todo el hato bajo condiciones de pastoreo (Cesar Rodríguez *et al.*, 2019), aunque está todavía en proceso de calibración.

Hasta el momento, la mayoría de los países han optado por el uso de ecuaciones de predicción para el desarrollo de sus estimaciones de CH₄ de origen ruminal, debido a que es una herramienta de mucho menor costo y con resultados muy similares a las mediciones en vivo, que adicionalmente son capaces de recoger las circunstancias alimenticias y productivas de una región o país (Sejian *et al.*, 2011).

Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

La inminente emergencia climática y la necesidad de reducir las emisiones en todos los sectores productivos, incluida la ganadería, requiere de acciones de mitigación. Estas acciones pueden ser diversas y para fines explicativos se agruparán en tres tipos las actividades ganaderas:

1. **Fermentación entérica.** Son las acciones que se destinan a reducir emisiones de CH₄ de origen ruminal.
2. **Manejo de excretas.** Son las acciones dirigidas a reducir las emisiones de CH₄ y N₂O provenientes del manejo de las excretas.
3. **Asociadas.** Son las acciones encaminadas a reducir emisiones de CO₂, N₂O y CH₄ inherentes a las actividades que suceden dentro de la unidad de producción.

Fermentación entérica

El CH₄ de origen ruminal —al ser la mayor fuente de GEI asociado a las actividades pecuarias— es objeto de diversas investigaciones enfocadas a reducir este gas. Las acciones que se proponen para su reducción van desde el uso de aditivos hasta opciones para países en vías de desarrollo como la mejora de la alimentación y parámetros productivos (efecto en la intensidad de carbono por unidad de producto) (Patra, 2012).

El uso de aditivos en esencia busca interferir en algún punto de la fermentación de los carbohidratos y así reducir la producción del CH₄. En México existen algunos ejercicios de revisión sobre el uso de aditivos, en específico sobre el uso de aceites esenciales en los que se concluye sobre la necesidad de profundizar en la investigación para evaluar sus efectos (Polin *et al.*, 2014). Por otro lado, se identificó que las investigaciones en México se enfocan en la incorporación de *Leucaena leucocephala* a la alimentación de los rumiantes para reducir la producción de metano (Benaouda *et al.*, 2017). Dichas investigaciones evalúan el efecto de los taninos condensados que se encuentran en *Leucaena leucocephala*, *Lespedeza cuneata*, *Guasuma ulmifolia*, *Acacia farneziiana*, *Swetenia mahagoni*, *Myristica fragans*, *Prosopis juliflora* y *Acacia saligna* (Piñeiro-Vázquez *et al.*, 2015).

Estas investigaciones están focalizadas en la región sur del país y, sobre todo, con el uso de *Leucaena leucocephala*. De forma experimental se utilizan inclusiones de esta planta que van desde 10 hasta 80% en la dieta; los resultados obtenidos van desde 10 hasta 37% de reducción de emisiones de metano al día (Martínez Santiago *et al.*, 2018). Los efectos en la mitigación han sido analizados en otros lugares, en los que se identificó que el uso de los taninos tiene un efecto temporal en la reducción

de CH_4 (a partir de los 20 días), debido a que la flora bacteriana del rumen se adapta a los taninos, regresando a una producción normal de CH_4 ; asimismo, esta reducción es cuestionada, ya que el uso de los taninos en la alimentación incrementa la excreción de nitrógeno en la orina, por lo que al evaluar el balance de emisiones entre la reducción de CH_4 y el incremento de N_2O en el manejo de las excretas, resulta en un incremento de emisiones en la producción (Aboagye *et al.*, 2018).

Otra de las alternativas propuestas para la reducción de CH_4 es mejorar la dieta y los parámetros técnicos; sin embargo, esta opción en términos reales no representa una reducción de emisiones y, por el contrario, al mejorar la dieta se incrementan las emisiones de CH_4 . Este efecto no se ha evaluado en el país, pero en una investigación realizada en Argentina (con vacas en lactación), mediante mediciones con cámaras metabólicas bajo diferentes niveles de suplementación de 4 y 8 kg de alimento concentrado, el efecto en la emisión de CH_4 resultó en un incremento de 24% para los animales con el tratamiento de mayor cantidad de concentrado, en comparación con el grupo control (Muñoz *et al.*, 2018). Este mismo efecto se detecta en las directrices del IPCC 2006, ya que para un animal bajo pastoreo se asigna un factor de emisión de 56 kg de CH_4 por animal al año, mientras que para un animal suplementado asumen un factor de 120 kg de CH_4 por animal al año. Es entonces que, el efecto de mitigación se observa en la intensidad de carbono por unidad de producto. Retomando el ejemplo de Argentina, las vacas con el suplemento más alto (8 kg) producen al día 11.1 kg de leche; mientras que las vacas con el tratamiento de 4 kg producen 9.6 kg de leche al día, por lo que la intensidad de carbono, sólo por fermentación entérica, al producir un litro de leche es de 30.2 g de CH_4 para las vacas que producen 9.6 kg de leche al

día, mientras que para las vacas mejor alimentadas (8 kg de suplemento al día) es de 28.91 g de CH_4 por litro de leche (Muñoz *et al.*, 2018). Por esta razón se dice que la mejora de alimento resulta en mitigación, pero por intensidad de carbono y para observar este efecto en un inventario nacional, se requiere que la población bovina disminuya bajo la consideración que los animales mejor alimentados son más productivos y, por lo tanto, se necesitan menos animales para cubrir las necesidades de un producto. En México no se encontraron investigaciones al respecto.

Una alternativa con gran auge en los últimos años es la selección genética que busca fijar características de baja producción de metano expresadas en ciertos individuos; lamentablemente aún se encuentra en fases experimentales y se ha identificado baja heredabilidad (Patra, 2012).

Manejo de excretas

La reducción de emisiones de GEI en el manejo de excretas ha probado ser viable, sobre todo, en unidades de producción que cuentan con instalaciones en donde los animales son resguardados en ciertos momen-



tos o de forma permanente (Lemaire *et al.*, 2014). Para México, tras la firma del Protocolo de Kioto y con el auge de los bonos de carbono, comenzaron a promoverse el uso de reactores anaerobios (biodigestores) en unidades de producción de bovinos y porcinos (FIRCO-SAGARPA, 2011); sin embargo, pese a que esta tecnología demuestra ser eficiente en la reducción de emisiones en las unidades de producción, en el país no han sido adoptadas completamente (SAGARPA *et al.*, 2010). Esta situación y de acuerdo con los diagnósticos, se explica, entre otras cosas, por las experiencias negativas con la tecnología en las unidades de producción. Dentro de las lecciones aprendidas se identifican problemas en la planeación, tanto en el diseño como en el mantenimiento de los reactores anaerobios (FIRCO-SAGARPA, 2011).

Los biodigestores son tecnologías poco recomendables para unidades de producción en pastoreo debido al incremento en la mano de obra y la baja producción de metano, lo que puede provocar el abandono de la tecnología (SARGARPA *et al.*, 2010). Otra de las opciones en el manejo de excretas es la composta; esta alternativa es útil y rentable en unidades de producción que cuentan con manejo de excretas secas. Para México no se identificaron estudios que evalúen el potencial de mitigación de esta tecnología.

Captura de carbono en biomasa

En la búsqueda de alternativas para reducir emisiones en las actividades ganaderas, diferentes a la fermentación entérica y al manejo de excretas, existen otras opciones como el cambio del uso del suelo. Al respecto, en México estas opciones pueden ser una excelente opción de reducción de emisiones, debido a que el cambio de uso del suelo de tierras forestales a praderas es la principal causa de deforestación en el país (véase tabla

11), de acuerdo con el último Inventario Nacional de Emisiones (INECC, 2018). El total de estas transiciones (tierra forestal a pradera) para el 2015 representaron 18.12 MtCO₂e (INECC, 2018). La asociación de actividades ganaderas con la deforestación no es un escenario exclusivo de México, puesto que a nivel mundial es una importante fuente de emisiones de GEI y, por ello, es que se buscan opciones para revertir esta tendencia histórica de los sistemas de pastoreo (Skutsch *et al.*, 2007; Swann *et al.*, 2015).

Tabla 11
DEFORESTACIÓN EN MÉXICO, 2015

TIPO DE TRANSICIÓN	SUPERFICIE (HA)	%
Forestal a pradera	152,031.71	60.5%
Forestal a agricultura	96,399.94	38.4%
Forestal a asentamiento humano	1,160.54	0.5%
Forestal a otras tierras	1,411.51	0.6%
Forestal a humedal	198.68	0.1%
Total	251,202.38	100%

Fuente: elaboración propia con datos del INECC (2018).

La asociación de los pastos con árboles o arbustos e inclusive con algunos cultivos busca, entre otras cosas, revertir la tendencia histórica de un solo cultivo en las praderas dedicadas a la actividad ganadera para incrementar la biomasa contenida en una superficie. Estas prácticas en México se evalúan con diferentes asociaciones de árboles y arbustos para distintos fines (alimentación, aprovechamiento maderable, etcétera), con diversos arreglos (barreras rompevientos, cercos vivos, árboles intercalados, etcétera) y densidades de árboles

(Fernando *et al.*, 2019; Martínez Santiago *et al.*, 2018; SEMARNAT-INECC, 2018).

En este sentido y debido a la diversidad de plantas, crecimiento de éstas y densidad de siembra, los resultados encontrados entre uno y otro sistema tienen grandes diferencias. En la literatura se ubican niveles de contenido de carbono en biomasa aérea y subterránea que van desde las 56 t hasta 128 t de carbono por hectárea al año (Aryal *et al.*, 2018; Palma y Nahed, 2019). Sin embargo, estos estudios no realizan un muestreo sistemático en dos momentos, los cuales permitirían establecer el incremento de la biomasa, el efecto del ramoneo, poda y degradación, para así establecer un potencial de almacenamiento de carbono bajo las condiciones de esos sistemas de producción.

Captura de carbono en suelo

La captura de carbono en el suelo es un tema que se incorporó a la discusión en las últimas dos décadas como alternativa para la reducción de GEI por la FAO, con la obra *Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de los suelos*, en la que se señala que los

pastizales tienen el potencial de capturar carbono en el suelo y establece ciertas condiciones para que así suceda (FAO, 2002).

En México se tienen diferentes corrientes sobre la captura de carbono en suelo en tierras de pastoreo con diversas nomenclaturas (pastoreo holístico, regenerativo, racional, rotacional intensivo, entre otros); sin embargo, no se identifican evaluaciones sobre el efecto en el incremento de carbono en suelo con estas prácticas. Al respecto, se encontraron artículos que reportan el contenido de este elemento en suelos de pastoreo; uno para el sur del país y dos para el norte. El primero estima el contenido de carbono en suelos de tierras forestales y de pastoreo para el estado de Chiapas, en el segundo se evalúan el contenido de carbono en tierras de pastoreo con pastizal y matorral en el estado de Chihuahua y en el último se estima el contenido de carbono en tierras que fueron pastoreadas (abandonadas) en los estados de Baja California, Baja California Sur y Sonora (véase tabla 12) (Aryal *et al.*, 2018; INIFAP, 2013; Yammelle *et al.*, 2014).



Tabla 12

TONELADAS DE CARBONO EN SUELO PARA TIERRAS CON USO GANADERO

TIPO DE VEGETACIÓN	CHIAPAS*	CHIHUAHUA**	BAJA CALIFORNIA***	BAJA CALIFORNIA SUR***	SONORA***
Pastizal	74.37	18.3	2	2.1	56.7
Forestal	144.45	NE	NE	NE	NE
Matorral	NE	24.1	NE	NE	NE

Nota: *Aryal *et al.*, 2018;** INIFAP, 2013; ***Yamalle *et al.*, 2014.

Los resultados de estas investigaciones sin duda son valiosos, pues permiten establecer un punto inicial en el contenido de carbono en algunos suelos con uso ganadero, pero no el incremento de carbono o captura en ellos, ya que tras la revisión metodológica en todos los casos se determina el contenido de carbono en un tiempo (muestreo), pero no se realiza un segundo muestreo que permita determinar el incremento o pérdida del carbono en los suelos evaluados.

En este sentido es importante señalar que, metodológicamente, es necesario un segundo muestreo debido a que todos los suelos contienen carbono, y para

determinar el efecto de alguna práctica en la captura o en el incremento se requiere establecer la diferencia con una segunda muestra. En el ejercicio realizado por el INIFAP, a pesar de llevar a cabo un segundo muestreo, metodológicamente utilizan una fórmula que funciona para determinar el contenido de carbono y no su incremento de este (véase figura 6). De hecho, aunque no muestran los resultados numéricos entre uno y otro muestreo, se puede asumir una pérdida de carbono al observar los resultados gráficos para el realizado entre los meses de noviembre de 2010 y 2011 (véase gráfica 1) (INIFAP, 2013).

Figura 6

FÓRMULA UTILIZADA EN INIFAP, 2013

Figura 10. En las mismas muestras se determinó al porcentaje de suelo de la muestra por medio de un tamiz de 2mm, eliminando grava y piedra. El almacén de carbono se determinó con la siguiente fórmula:

$$\text{Ton C ha}^{-1} = 10,000 \times \% \text{COS} / 100 \times \text{PS (0.30 m)} \times \text{DAP} \times \% \text{suelo}$$

Donde:

%COS = Porcentaje de carbono orgánico del suelo.

PS = Profundidad de suelo a 0.30 m.

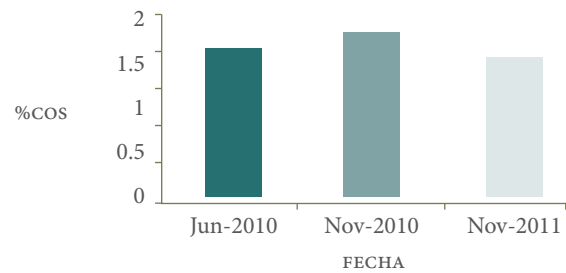
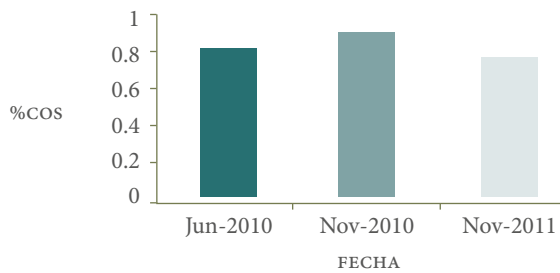
DAP = Densidad aparente del suelo (ton m⁻³)

% suelo = Porcentaje de suelo (libre de grava y piedras) en la muestra de suelo.

Fuente: tomado de *Almacén y captura de carbono en pastizales y matorrales de Chihuahua* (INIFAP, 2013).

Gráfica 1

RESULTADOS GRÁFICOS DEL CARBONO ORGÁNICO EN SUELO (COS) EN CHIHUAHUA



Contenido de carbono orgánico del suelo (%COS) en diferentes fechas de muestreo en un matorral subinerme de Chihuahua

Contenido de carbono orgánico del suelo (%COS) en diferentes fechas de muestreo en un matorral crasirosulifolio de Chihuahua

Fuente: tomado de *Almacén y captura de carbono en pastizales y matorrales de Chihuahua* (INIFAP, 2013).

El efecto del cambio de práctica y, con dos muestreos para establecer captura o pérdida de carbono, es evaluado en un estudio realizado en Argentina con dos tratamientos: en el primero los animales se encontraban bajo pastoreo continuo (T1) y en el segundo con pastoreo rotacional (T2). Ambos tratamientos

son evaluados en pastizales inducidos con diez años de uso y en un pastizal natural que nunca ha sido pastoreado. En los resultados se observan pérdidas de carbono sin importar el tratamiento y teniendo un mayor efecto en el pastizal natural (véase tabla 13) (Flores *et al.*, 2012).

Tabla 13

EFFECTO DEL PASTOREO CONTINUO Y ROTACIONAL EN EL CONTENIDO DE CARBONO EN SUELO

PROFUNDIDAD (M)	MUESTREOS GENERAL OBLIGADO					
	T1			T2		
	MUESTREO INICIAL	MUESTREO FINAL	CV (%)	MUESTREO INICIAL	MUESTREO FINAL	CV (%)
0.1	0.41 a	0.36 a	58.5	0.41 a	0.25 a	69.6
0.2	0.31 a	0.24 a	44.5	0.31 a	0.17 a	45.8
0.6	0.24 a	0.13 a	43.7	0.24 a	0.17 a	39.3
1	0.05 a	0.11 a	42.1	0.04 a	0.03 a	77.2

Nota: letras distintas en una fila indican diferencias significativas entre muestreos (Turkey 0.05). CV = coeficiente de variación. Fuente: tomado de *Reservorio de carbono en suelo y raíces de pastizal y una pradera bajo pastoreo* (Flores *et al.*, 2012).

Conclusiones

La estimación de GEI de la ganadería en cualquier parte del mundo representa un gran reto. En el caso de México es mayor ante la diversidad de sistemas de producción y de alimentación que se dan en el territorio. Aunque en el país existen ejercicios para realizar estimaciones, presentan limitaciones de cobertura e información. La precisión de los inventarios se relaciona con la posibilidad de contabilizar los esfuerzos de mitigación del país. Aunque existen acciones para reducir emisiones en la fermentación entérica, lamentablemente se encuentran en etapas muy tempranas de investigación y maduración. Por el contrario, las acciones de mitigación en el manejo de excretas están bien desarrolladas y con casos con excelentes resultados, aunque para el país requieren ser reorientadas para aprovechar los casos de éxito.

Las opciones de reducción de emisiones por captura de carbono, tanto por el incremento de biomasa como por el contenido de carbono en suelo, requieren evalua-

ciones integrales para establecer el balance de emisiones y absorciones en las UPP. En este sentido, la realización de ejercicios integrales es de gran utilidad para el desarrollo de las capacidades del país. Sobre todo, en los efectos y potenciales de reducción de emisiones de GEI en pastizales, puesto que el Inventario Nacional de Emisiones utiliza factores construidos a partir de información obtenida de pastizales naturales sin intervención con diferentes asociaciones vegetales (véase tabla 14) y sólo considera la biomasa aérea y subterránea, puesto que para el caso de suelos asume que en los pastizales que se mantienen como tal, no hay cambios en el contenido de carbono.

El esfuerzo que realizan en conjunto IICA-COTECO-CA-FMVZ-UNAM es necesario para cubrir la brecha que existe entre la estimación de emisiones de GEI en la ganadería bajo pastoreo en México, así como para establecer los potenciales de reducción de emisiones por diferentes prácticas bajo supuestos que representen de mejor forma las condiciones locales.



SUMIDEROS DE CARBONO POR TIPO DE VEGETACIÓN DE ACUERDO CON EL IPCC, CONSIDERADOS EN EL ÚLTIMO INVENTARIO

Los sumideros de carbono o remociones de carbono son procesos que retiran el CO₂ naturalmente de la atmósfera para ser almacenado en plantas, suelo y océanos. Estos depósitos naturales de carbono son pieza fundamental en el ciclo del carbono y antes de las emisiones antrópicas eran los encargados de mantener en balance las emisiones naturales de GEI y regular así la temperatura promedio del planeta (IPCC, 2013). En la actualidad el incremento de los sumideros de carbono tiene gran relevancia al ser una importante herramienta para combatir el CC. Como sucede con las emisiones de GEI, los sumideros terrestres de carbono tienen una categoría en el Inventario Nacional de Emisiones y cuentan con una clasificación asignada por el IPCC por tipo de vegetación:

- **Tierras forestales.** Incluyen la vegetación arbórea y que debe ser consistente con la definición forestal de la legislación del país.
- **Tierras de cultivo.** Es la vegetación que se utiliza en la agricultura incluyendo los sistemas agroforestales.
- **Tierras de pastizales.** Es la vegetación que se encuentran en praderas y pastizales naturales o inducidos, incluidos árboles y arbustivas.

En los diferentes sumideros de carbono se contabilizan tres reservorios de carbono:

- Biomasa: aérea y subterránea.
- Materia orgánica muerta.
- Carbono en suelo.

En México, para el último inventario nacional, los factores de emisión fueron construidos con información del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (IN-FyS). Este inventario, a partir de muestreos estratificados en todo el territorio nacional, recoge la información de las especies existentes, así como las biométricas de los árboles y arbustivas (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2018).

La información del INFyS se utiliza para asignar modelos de crecimiento y de la densidad de la madera que permiten establecer el crecimiento de la biomasa y la absorción anual de carbono (véase tabla 14). En este punto es importante señalar los siguientes aspectos:

1. Los factores de absorción cambian de acuerdo con las condiciones climáticas, suelo, especies, entre otros procesos naturales; por tanto, estos factores cambian conforme la información evoluciona.
2. Los factores de absorción representan el crecimiento anual natural y, por tanto, no es mitigación.

En la tabla 14 se muestran las absorciones en praderas utilizados en el Inventario Nacional de Emisiones de GEI:

Tabla 14

PONDERADOS DE LOS FACTORES DE ABSORCIÓN UTILIZADOS EN EL INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES PARA LAS PRADERAS (TC/HA/AÑO)

RESERVORIO	PASTIZAL	MATORRAL XERÓFILO NO LEÑOSO	OTROS LEÑOSOS
Biomasa aérea	0.124	0.006	0.117
Biomasa subterránea	0.033	0.002	0.025
Suelo	NE	NE	NE

Fuente: INECC (2018).

ESCENARIOS

Se presentan dos escenarios: el escenario base con las emisiones futuras de GEI (Business As Usual, BAU, por sus siglas en inglés) y el escenario del potencial de mitigación a partir de la adopción de tecnologías y buenas prácticas en las UPP en la implementación de la NAMA GS.

Los supuestos utilizados para determinar los escenarios de la NAMA GS se describen a continuación:

- Superficie promedio de las UPP en el estado; por ejemplo, el área de intervención que se utiliza en la línea base y en el escenario de mitigación.
- Superficie promedio dentro de la UPP destinada al pastoreo de los animales y donde se realizan las acciones de mejora de pastizales.
- Superficie destinada al cultivo de forraje en la línea base y que pasa a bancos de proteína con vegetación leñosa para escenario de mitigación.
- Superficie promedio en la UPP que mantiene vegetación leñosa y que para la línea base es propensa a perderse o degradarse. En escenario de intervención se mantiene.
- Pérdida de vegetación mediante la tasa anual promedio de las diferentes zonas de influencia del proyecto en los últimos diez años.
- Factor de emisión ponderado del país por tipo de vegetación leñosa predominante en el estado, incluye la pérdida de carbono por biomasa aérea, subterránea y suelo en la línea se asume el cambio de esta vegetación a pastizal.
- Factor de emisión por captura de carbono en los SSP con cercos vivos y árboles dispersos en el potrero.
- Factor de emisión por captura de carbono por bancos de proteína con densidad de siembra de 300 árboles y podas de 40%.
- En el escenario del proyecto se plantea recuperar superficie de vegetación nativa leñosa.
- En el escenario del proyecto se plantea establecer SSP dentro de la superficie de pastoreo (Chiapas, Jalisco, Veracruz, Tabasco y Yucatán).
- Promedio de animales por UPP en la región de influencia del proyecto.
- Tasa de crecimiento media anual del crecimiento de la población de bovinos en el estado en el periodo 2008-2018, este valor será utilizado para estimar el crecimiento de la población en la región de influencia.
- Número de UPP por estado que participan en el proyecto. Se planea alcanzar 1.5% del total de las UPP que existen en la zona de influencia basado en modificar territorialmente la superficie necesaria para realizar Adaptación basada en Ecosistemas (AbE).
- Factor de emisión ponderado por etapa productiva (vientres, sementales, becerros, becerras, vaquillas y novillos) de acuerdo con la distribución de la población por categoría en la región de acuerdo con el Padrón Nacional Ganadero. El factor por etapa productiva fue desarrollado con las ecuaciones 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6, 10.8, 10.10, 10.11, 10.13, 10.14, 10.15, 10.16, 10.17, 10.18a y 10.18b de las directrices del IPCC 2006. Para alimentar la información se utilizaron los pesos promedios de SIAP de 2000-2018 y encuestas levantadas en la región, producción de leche y características de la dieta que provienen de la Encuesta de Satisfacción del PROGAN. Los contenidos de energía se toman de la literatura científica desarrollada en la región.

Cada escenario supone fuentes de emisión específicas como se describen a continuación (véase tabla 15):

- Biomasa vegetal afectada por incendios agropecuarios en el estado.
- Factor de emisión por CH₄ por quema de biomasa.
- Factor de emisión de N₂H por quema de biomasa.
- Factor de emisión de CO₂ por quema de biomasa.
- Factor de degradación de vegetación anual con base en la encuesta del PROGAN por cada estado.
- Superficie del estado en donde se promoverán prácticas para mejorar la conectividad de los ecosistemas.
- Factor de emisión de GEI por deforestación de vegetación leñosa por estado.
- Porcentaje de incorporación del total de las UPP para cada región de influencia del proyecto.
- Superficie del estado en donde se evita la deforestación en las zonas de conectividad en las zonas aledañas a las UPP.
- Factor de emisión por permanencias de la vegetación en zonas aledañas a las UPP donde se evita la deforestación.
- Factor de emisión por recuperación de la vegetación en zonas aledañas a las UPP donde se evita la degradación.
- Superficie total de los municipios a intervenir en el estado.

Escenario base

El escenario BAU estima las emisiones de GEI en las UPP suponiendo que éstas continúen con las mismas prácticas que han aplicado tradicionalmente en

la ganadería extensiva; en este escenario no existen SSP ni bancos de proteína. Anualmente se pierde 7% de la superficie con vegetación nativa que aún se encuentra dentro de las UPP y la que se mantiene está en proceso de degradación; se aplican prácticas de quemas de pastizales; la población ganadera se mantiene con la misma tasa de crecimiento media anual mostrada en cada región en los últimos diez años. Por igual, los parámetros técnicos de producción de leche y los pesos promedio se mantienen con el mismo comportamiento mostrado en los últimos diez años.

Las zonas de conectividad se deforestan a una tasa de 7% anual y muestran una tasa de degradación de la vegetación de 14% anual.

Las fuentes de emisión consideradas en el Escenario Base son:

- **Ganadería.** Fermentación entérica y manejo de excretas y tasa de crecimiento media anual de los últimos diez. Las principales fuentes de emisión serán fermentación entérica y manejo de excretas.
- **Quemas en pastizales.** Un incendio por entidad.
- **Deforestación UPP.** Pérdida anual: 7% de vegetación leñosa.
- **Degradación de la vegetación UPP.** Vegetación leñosa se degrada anualmente.
- **Deforestación en zona de promoción de conectividad.** El cambio del suelo en las regiones aledañas a las UPP.
- **Degradación de la vegetación en zona de promoción de la conectividad.** Degradación 14% anual de la vegetación leñosa en las regiones aledañas a las UPP.

Tabla 15

**FUENTES DE EMISIÓN DE GEI Y DE REDUCCIÓN DE EMISIONES
EN ESCENARIO BASE Y EN EL ESCENARIO DE LA NAMA GS**

FUENTES DE EMISIÓN	EMISIONES EN EL ESCENARIO BASE	REDUCCIÓN DE EMISIONES EN EL ESCENARIO DE LA NAMA
Ganadería	Emisiones por fermentación entérica y manejo de excretas en condiciones de pastoreo y tasa de crecimiento media anual de los últimos diez.	Se mejora la digestibilidad y la producción.
Quemas en pastizales	De acuerdo con los incendios de 2015 a 2019 se estima un incendio en cada entidad.	Se elimina la práctica de quemas de pastizales en las UPP.
Deforestación UPP	Se estima que se pierde anualmente 7% de la vegetación leñosa que se conserva en las UPP.	Se elimina la deforestación en las UPP.
Degradación de vegetación	La vegetación leñosa que se mantiene en las UPP se degrada anualmente.	Se recupera la vegetación leñosa dentro de las UPP.
Deforestación zona de promoción de conectividad	Se estima el cambio del suelo en las regiones aledañas a las UPP.	Se implementan SSP (fomentando diferentes tecnologías como los cercos vivos, permanencia de vegetación leñosa en potreros, bancos de proteína, entre otros) en 50% de la superficie de pastoreo, en cinco de los diez estados: Chiapas, Jalisco, Tabasco, Veracruz, Yucatán. Se realizan campañas para reducir deforestación en las zonas aledañas a las UPP.
Sistemas Silvopastoriles		Se implementan SSP y cercos vivos en el 50% de la superficie de pastoreo en cinco de los diez estados: Chiapas, Jalisco, Tabasco, Veracruz, Yucatán.
Bancos de proteínas		Se implementan con vegetación leñosa en las superficies de cultivo de las UPP.
Reforestación en las UPP		Se reforesta el equivalente al 2% de la superficie que permanece con vegetación leñosa nativa en las UPP anualmente por cinco años.
Deforestación en zona de promoción de conectividad		Se reduce en 10% la tasa de deforestación anual en las zonas de conectividad.
Degradación de vegetación en zona de promoción de conectividad	Se degrada 14% anualmente de la vegetación leñosa en las regiones aledañas a las UPP.	Se evita degradación de la vegetación leñosa en las regiones aledañas a las UPP.

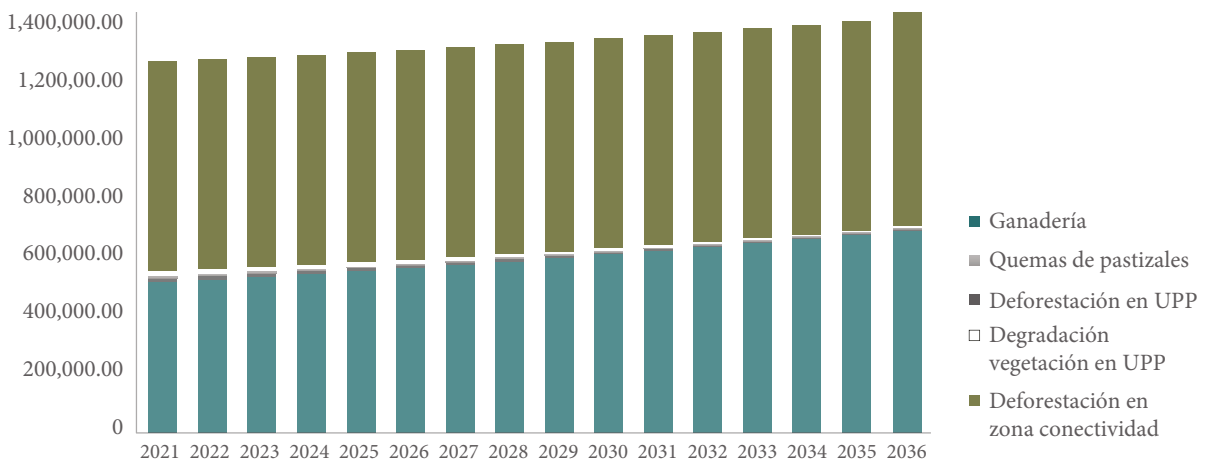
Línea base de la NAMA GS

La línea base considera datos de la actividad ganadera y los factores de emisión señalados anteriormente (escenario BAU). Los datos de la actividad ganadera se proyectan mediante la hipótesis de crecimiento medio anual de los últimos diez años de los diez estados, utilizando datos de las fuentes señaladas.

Así, tenemos que las emisiones para 2021 de la ganadería extensiva en los 10 estados, en la línea base, es de 1,394,387.80 tCO₂e; de continuar con esa tendencia al 2030 las emisiones de GEI serían de 1,475,791.81 tCO₂e y en 2036 de 1,554,811.07 tCO₂e.

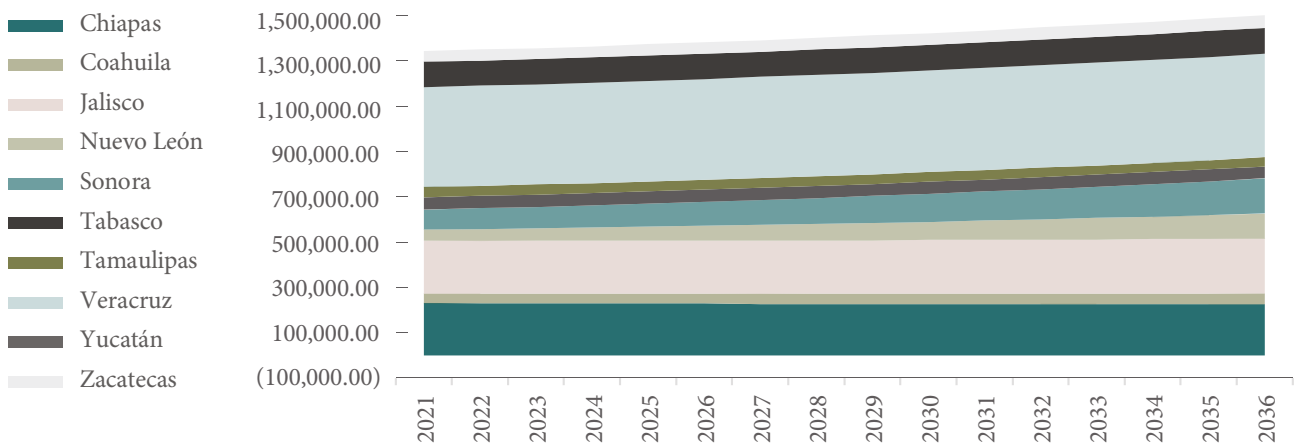
Gráfica 2

LÍNEA BASE DE LA NAMA de GS: 10 ESTADOS



Gráfica 3

LÍNEA BASE POR ESTADO (tCO₂e)



Escenario del proyecto NAMA GS

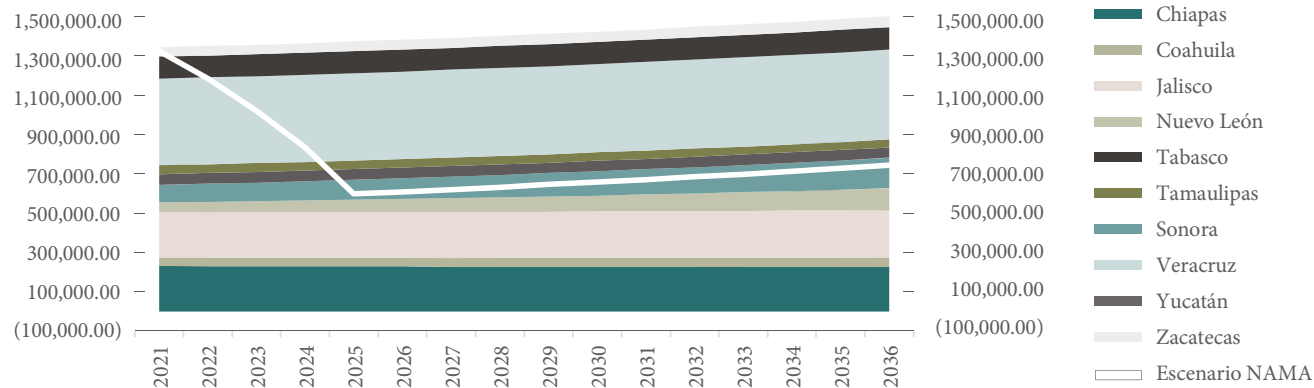
El escenario del proyecto considera el potencial de mitigación a partir de la adopción de tecnologías y de buenas prácticas en las UPP en el proceso de implementación de la NAMA. Incluye los datos de la actividad ganadera y

el comportamiento de los factores de emisión señalados en la tabla 15.

La gráfica 4 presenta el escenario BAU o línea base, y el potencial de mitigación (línea blanca) de la NAMA GS en los 10 estados.

Gráfica 4

LÍNEA BASE Y ESCENARIO NAMA GS (tCO₂e)



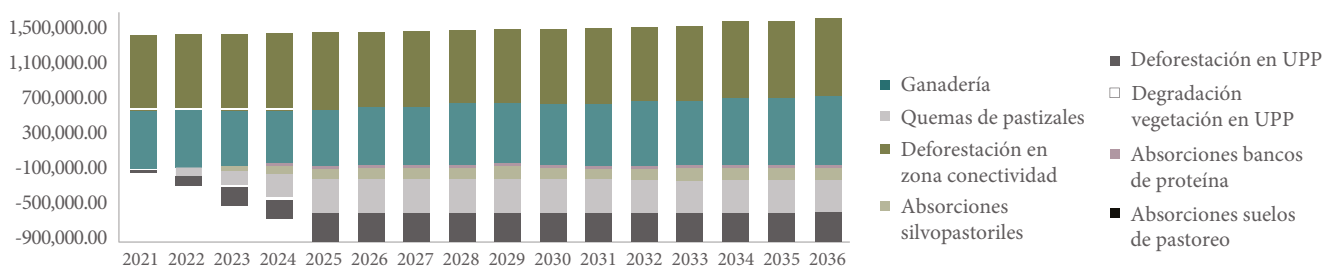
Si bien la ganadería extensiva tradicional inicia con 1,394,387 tCO₂e de emisiones de GEI en 2021 y la adopción de tecnologías y buenas prácticas (cobertura arbórea, cercas vivas, bancos de proteínas, etcétera) de manera sostenida al 2025 asegura una reducción importante hasta de 599,073 tCO₂e, que representa 42% de las emisiones iniciales. A partir de 2026 el efecto de mitigación es marginal y comienzan los efectos de incremento en la productividad de las UPP, por lo que se observa un ligero efecto en el incremento en las emisiones globales

de la ganadería por un mayor número de animales, pese a ello en el periodo 2021-2036 se reducen las emisiones de 1,324,529 a 744,344.75 tCO₂e, lo que representa cerca del 56% respecto al escenario base.

El mayor potencial en la reducción de emisiones se encuentra en el incremento de las absorciones por la permanencia de la vegetación leñosa, reforestación, reducción de la degradación e implementación de SSP y bancos proteína. (Véase Gráfica 5).

Gráfica 5

ESCENARIO NAMA GS (tCO₂e)



Mitigación¹⁵ directa e indirecta de la NAMA GS

Las cifras totales en mitigación directas¹⁶ son de 10,659,339 tCO₂e y para las indirectas¹⁷ 485,702 tCO₂e. Ello considerando que la mitigación directa en los primeros seis años emitirá 2,493,692 tCO₂e y 8,165,647 tCO₂e en los siguientes diez años; en el caso de la mitigación potencial indirecta las cifras correspondientes son de 68,302 tCO₂e y 417,702 tCO₂e.

Tabla 16

MITIGACIÓN POTENCIAL DIRECTA E INDIRECTA

AÑO	MITIGACIÓN POTENCIAL DIRECTA		MITIGACIÓN POTENCIAL INDIRECTA	
	6 AÑOS	10 AÑOS DESPUÉS	6 AÑOS	10 AÑOS DESPUÉS
	tCO ₂ e/a	tCO ₂ e/a	tCO ₂ e/a	tCO ₂ e/a
Año 1	69,859		3,795	
Año 2	215,172		7,589	
Año 3	388,255		11,384	
Año 4	581,952		15,178	
Año 5	826,308		18,973	
Año 6	412,146	412,146	11,384	11,384
Año 7		822,419		26,562
Año 8		820,676		30,356
Año 9		819,055		34,151
Año 10		817,547		37,945
Año 11		816,145		41,740
Año 12		814,841		45,535
Año 13		813,628		49,329
Año 14		812,501		53,124
Año 15		811,452		56,918
Año 16		405,238		30,356
Promedio	453,399	816,565	12,419	41,740
Total	2,493,692	8,165,647	68,302	417,400
Gran total		10,659,339		485,702

¹⁵Por mitigación se entiende aquí una intervención antropógena para reducir las fuentes de GEI o aumentar sus sumideros (IPCC, 2001. Resumen para responsables de políticas. Grupo de Trabajo III).

¹⁶Dentro de las UPP.

¹⁷Fuera de las UPP.

¹⁸Absorción de los GEI y/o de sus precursores de la atmósfera por medio de un sumidero. Glosario. Directrices del IPCC, 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero AERR.16.



Mitigación directa

El principal enfoque de mitigación se basa en el incremento de las absorciones¹⁸ de CO₂ por el incremento de la biomasa en las UPP, que adicionalmente incrementen la rentabilidad realizando las siguientes acciones:

1. En el interior de las UPP para las regiones en las cuales la vegetación lo permite, se plantean diseñar SSP en las zonas de pastoreo y cercos vivos en 50% de la superficie destinada al pastoreo. Estas prácticas incrementarán la producción de forraje y

biomasa aérea y subterránea de vegetación leñosa, que aumentarán la biomasa y, consecuentemente, en las absorciones durante al menos 20 años.

2. Se plantea establecer bancos de proteína en superficies específicas dentro de las UPP. Estos espacios se realizarán con árboles y arbustivos para que, además de asegurar y mejorar la alimentación que recibe el ganado, permita incrementar las absorciones durante al menos 20 años.
3. Al interior de las UPP se cambiarán las prácticas de deforestación o cambio de cobertura de la vegetación nativa, por la reforestación de 2% anual hasta incrementar en 10% la superficie interna de las UPP con vegetación nativa leñosa. Además de estas acciones, para incrementar las

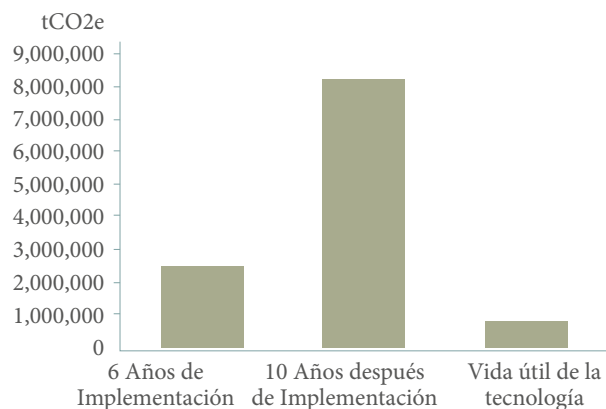
absorciones por reforestación, se plantean diseñar estrategias de manejo forestal que permitan recuperar el estado de la vegetación remanente que actualmente se encuentra en estado de degradación.

4. En las diferentes regiones se trabajará en la creación de zonas de conectividad, en las que se busca reducir la tasa de deforestación anual en 50% y su incorporación en programas de manejo forestal, para así contener la frontera agrícola, incrementar las absorciones y evitar emisiones de GEI por deforestación.

El potencial para mitigación directa se establece en 2,493,692 tCO₂e a 6 años de la implementación y 8,165,647 tCO₂e diez años después.

Gráfica 6

MITIGACIÓN DIRECTA POTENCIAL DE GEI

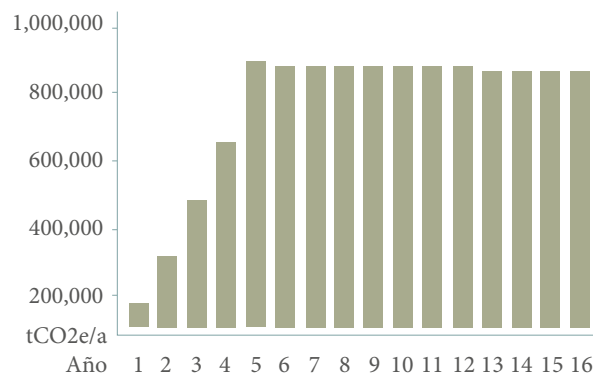


Mitigación indirecta

El diseño territorial del proyecto permite trabajar con las zonas de conectividad lo que, además de los beneficios de mitigación, busca incrementar la resiliencia de las UPP mediante el mantenimiento de la vegetación nativa y la contención del incremento de la frontera agrícola.

Gráfica 7

MITIGACIÓN DIRECTA POTENCIAL ANUAL DE GEI



En proyectos con enfoque territorial realizados dentro del territorio nacional, se han obtenido resultados de hasta 20% de influencia y para la deforestación. En este proyecto se asume que .05% del total de la superficie de los municipios de implementación es susceptible de tener influencia. En este sentido, con base en

la evaluación del cambio de cobertura que tienen cada una de las regiones, se asume que se puede alcanzar una reducción de 20% de la tasa de deforestación anual por influencia del proyecto.

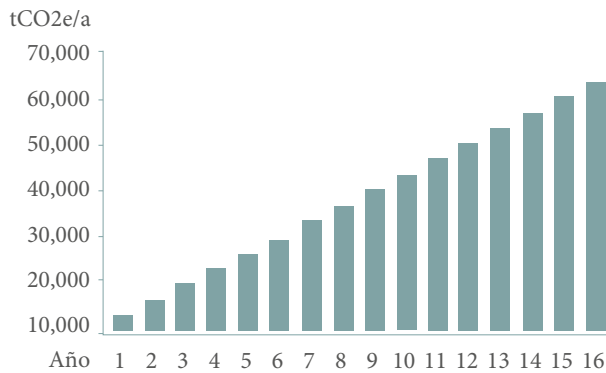
En la evaluación del cambio de cobertura vegetal se identifica que las regiones presentan en promedio una pérdida de 7% de la vegetación nativa; la evaluación nacional del estado de los bosques muestra que en 2019 la tasa de degradación anual es de 14% anual. Las tasas

de deforestación de la región y de degradación nacional se asumen en el escenario BAU para cada una de las regiones. Mientras que en el escenario NAMA continúa la deforestación y la degradación, pero 20% menos para ambas respecto a la tasa anual.

Las cifras correspondientes a mitigación indirecta son 68,302 tCO₂e y 417,400 tCo2e a 6 años y a 10 años después de la implementación, respectivamente.

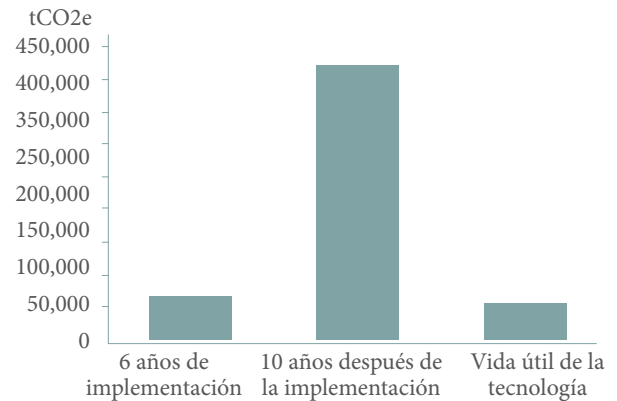
Gráfica 8

MITIGACIÓN INDIRECTA ANUAL DE GEI



Gráfica 9

MITIGACIÓN INDIRECTA POTENCIAL DE GEI



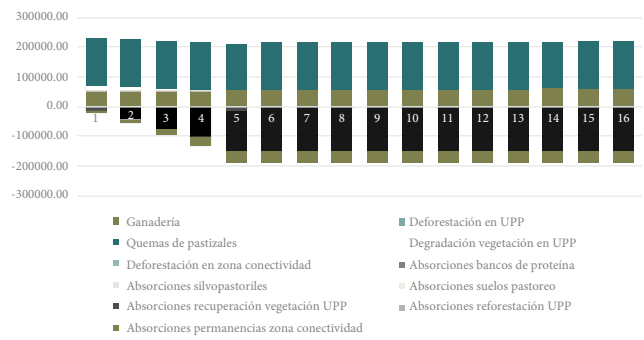
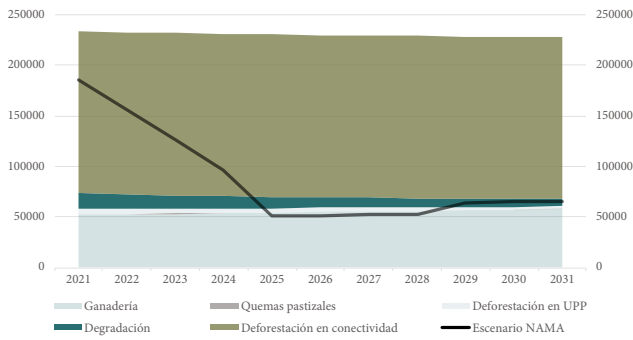
Escenarios Base y de la NAMA de Ganadería Sustentable en los estados

El escenario base y el de la NAMA en los estados se apega, en lo general, a lo antes descrito; sin embargo, con el fin de observar el comportamiento de las emisiones y absorciones en cada estado, se presentan las gráficas correspondientes, integradas con base a las fuentes estimadas sobre un escenario estatal de implementación y adopción de las prácticas que propone la NAMA:

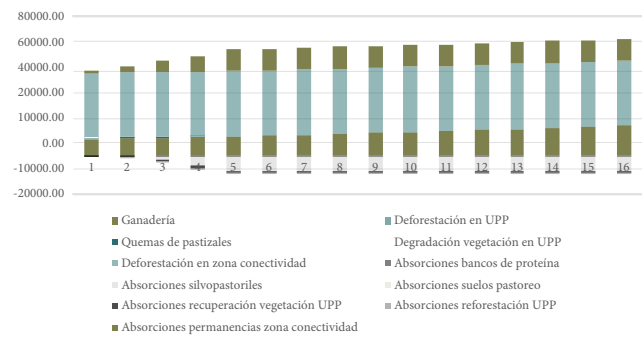
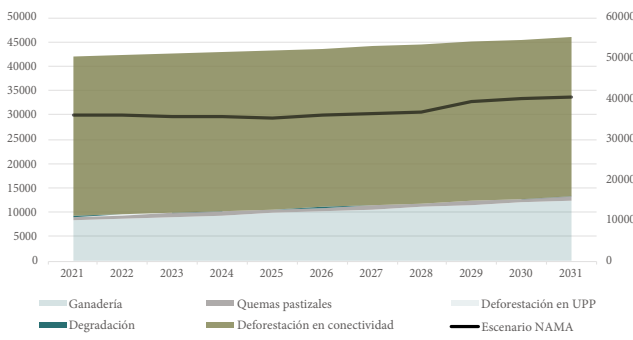
- Ganadería (fermentación entérica y manejo de excretas).
- Quemadas de pastizales.
- Deforestación dentro de las UPP.
- Deforestación en zonas de conectividad.
- Degradación de vegetación dentro de las UPP.
- Absorciones por manejo de bancos de proteína.
- Absorciones por prácticas silvopastoriles.
- Absorciones por manejo de suelos de pastoreo.
- Absorciones por recuperación de la vegetación en las UPP.
- Absorciones por reforestación en las UPP.

GRAFICA 10: LÍNEA BASE Y POTENCIAL DE MITIGACIÓN EN LOS ESTADOS

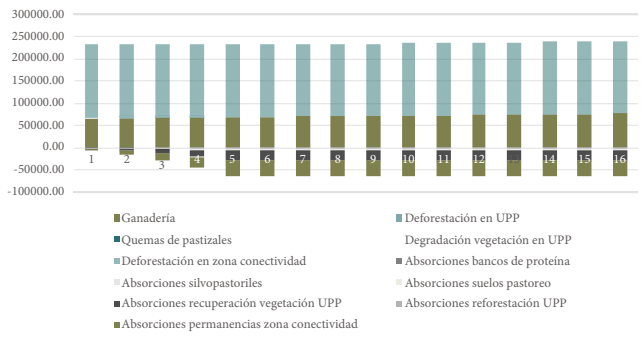
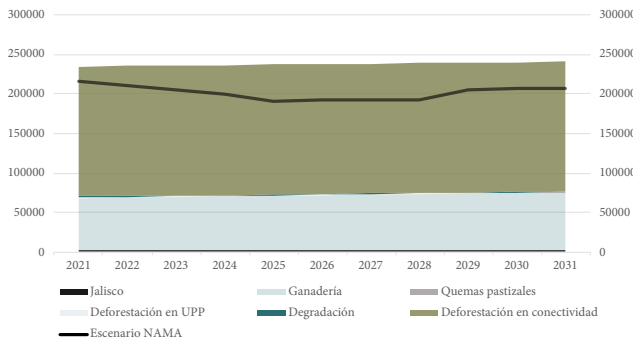
CHIAPAS



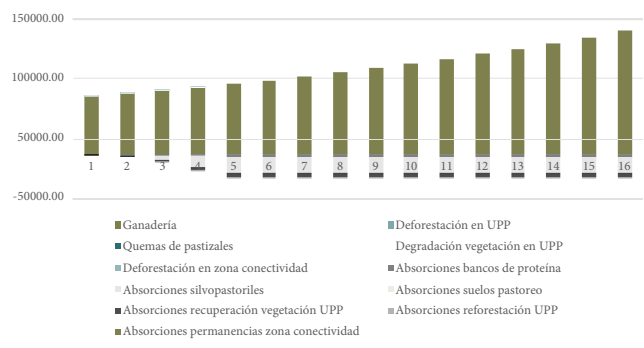
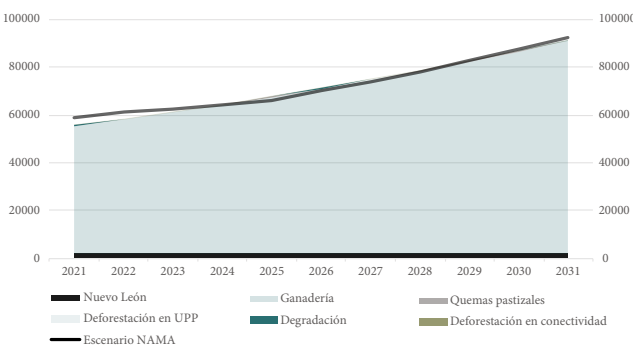
COAHUILA



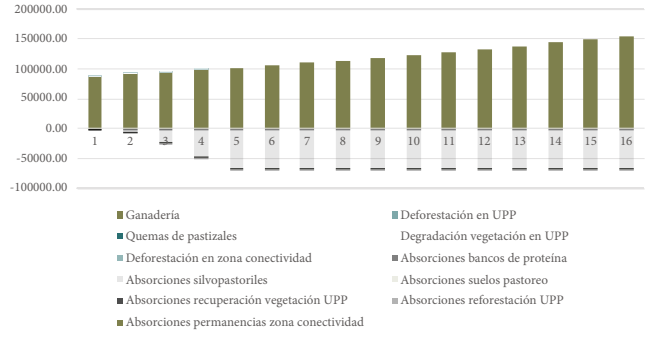
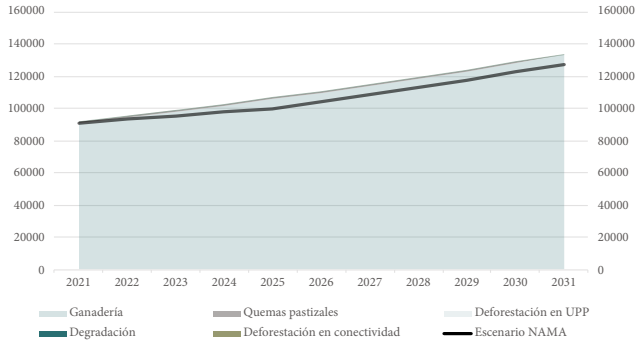
JALISCO



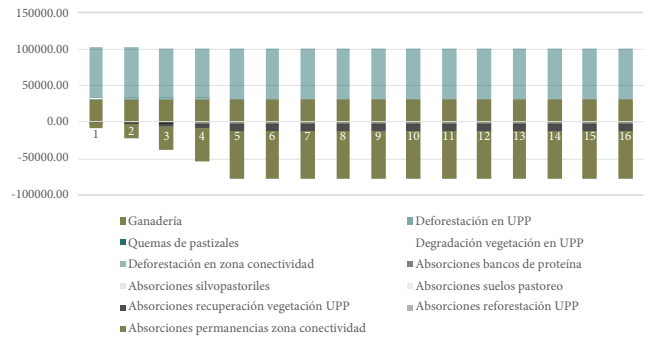
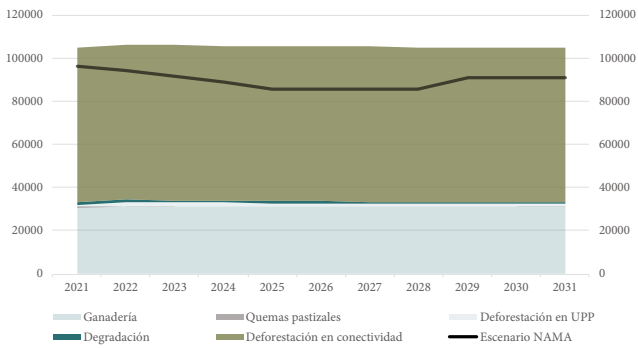
NUEVO LEÓN



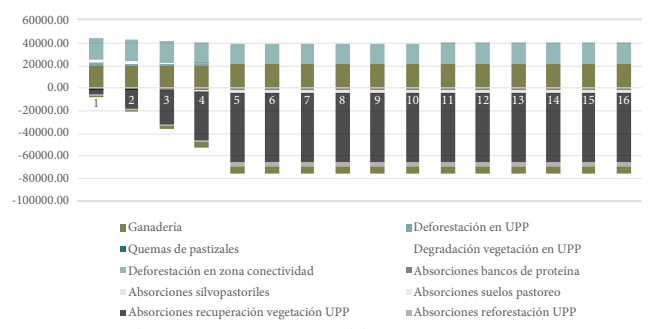
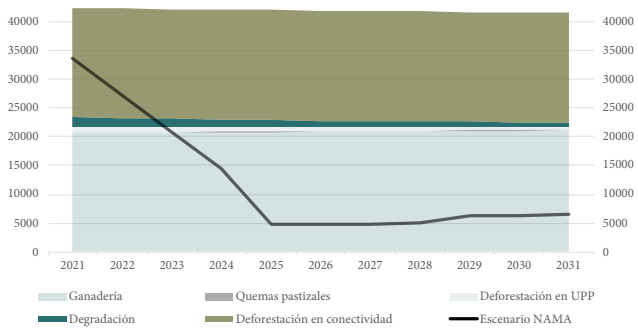
SONORA



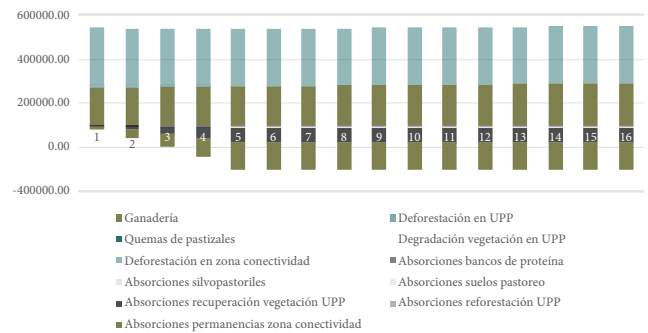
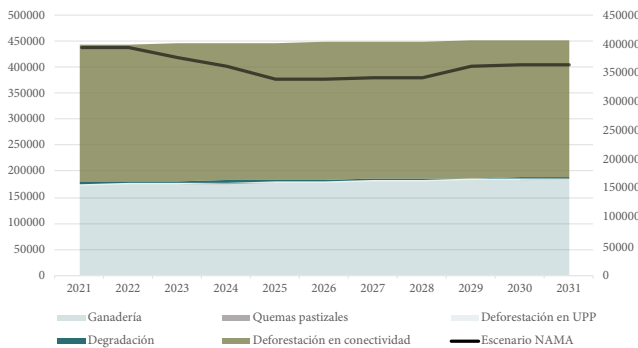
TABASCO



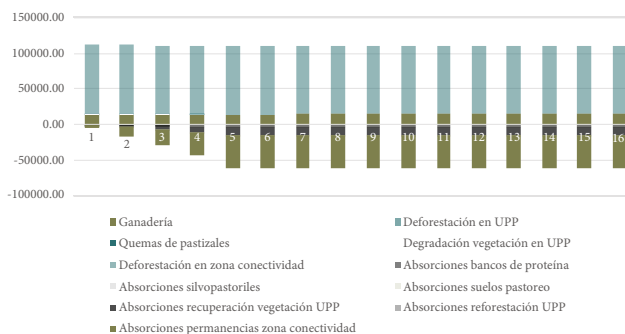
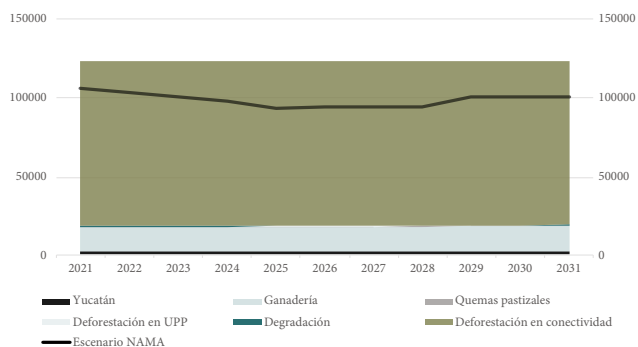
TAMAULIPAS



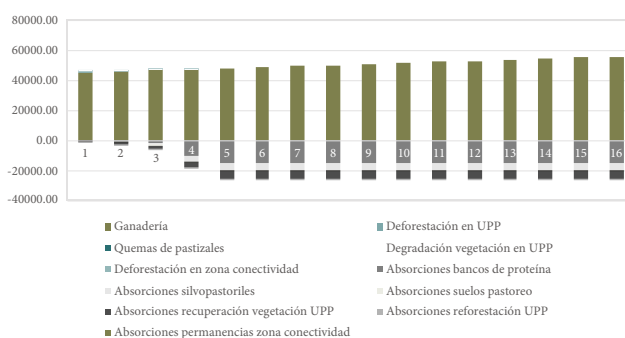
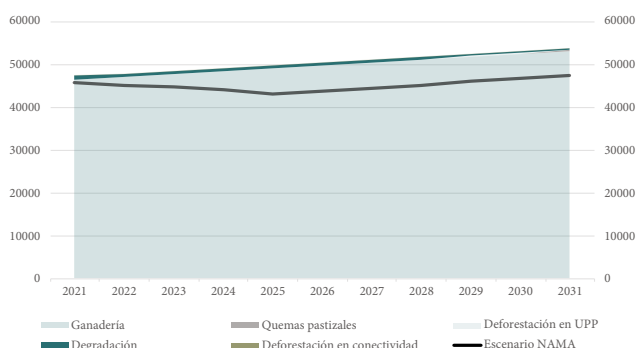
VERACRUZ



YUCATÁN



ZACATECAS



En las gráficas se puede observar un efecto inmediato en la reducción de emisiones por la eliminación o disminución de fuentes de emisión —como pueden ser las quemas en pastizales—, la deforestación en las UPP y en la zona de conectividad, así como en la degradación de la vegetación, en esta última fuente se aprecia que es posible eliminarla en el quinto año de implementación del proyecto, con las prácticas que propone la NAMA.

En lo que respecta a emisiones para la fuente Ganadería, se registra un ligero incremento que responde al efecto en la mejora alimenticia, productiva y reproductiva del ganado, con el consecuente incremento en el peso y número de animales. Sin embargo, este efecto aparentemente negativo en términos de emisiones (no así para la rentabilidad de las

UPP) es ampliamente compensado por la adopción de otras prácticas. En este sentido, se presenta un balance con efecto positivo, dado el incremento en las absorciones, por ejemplo, los cambios de prácticas en las UPP para mantener, proteger y recuperar la vegetación pasan a ser una excelente oportunidad para reducir las emisiones en las UPP.

Resultados similares de reducción por el incremento de las absorciones suceden con la implementación de bancos de proteínas y sistemas silvopastoriles, además del impacto de la NAMA en la zona de conectividad. Cabe señalar que todas las prácticas propuestas que incrementan las absorciones, aunadas al efecto en la reducción de emisiones, están encaminadas al fortalecimiento de la resiliencia en las UPP ante los impactos del CC.



Cambio transformacional

La NAMA GS impulsa un amplio cambio transformacional sustentado en los siguientes puntos:

- Un sistema de innovación especializado en GS-BE que acompaña permanentemente los proyectos, acrecentando habilidades de negocios, la eficiencia y sostenibilidad en el uso de recursos, la rentabilidad y mitigación (reducción GEI y captura de carbono), además de reducir la deforestación.
- El liderazgo y los resultados alcanzados por las 3,270 UPP en GS-BE generan un efecto multiplicador en territorios y paisajes ganaderos estatales intervenidos.
- La rendición de informes periódicos en las MRGS-BE y en la MRGSM que motiva la participación del resto de las UPP y de los estados.
- Las propuestas de política pública (armonización agropecuarias y ambientales) e incentivos en GS-BE que son adoptados a nivel nacional con el apoyo de SADER, los gobiernos estatales, la MRGS-BE y la MRGSM.

La transformación se acelera mediante:

- a) Desarrollo de Fondos Mixtos de Financiamiento con esquemas de incentivos orientados a una economía sectorial de bajas emisiones.

- b) Sistema de gobernanza de GS-BE articulado desde el nivel local hasta el global, genera desarrollo de capacidades, eficiencia en la cadena de valor y posicionamiento en el consumo saludable.
- c) Sistema de innovación especializado en GS-BE basado en Redes de Gestión Territorial.
- d) Sistema de certificación en GS-BE.
- e) Marca GS-BE para el posicionamiento estratégico de productos diferenciados por sustentabilidad.
- f) Sistema de MRV participativo apropiado por los actores de la cadena.

RESULTADOS E IMPACTOS ESPERADOS

Como resultado de todo el proceso, los ganaderos son conscientes de la relación cambio climático-ganadería, cuentan con más conocimientos sobre GS, y recursos para adoptar prácticas sustentables, resilientes y de bajas emisiones, mejoran los GEI e incrementan la captura de carbono; mejoran la eficiencia en el uso de los recursos, el desempeño

ambiental y la rentabilidad; evitan la deforestación, contribuyen a conservar, mejorar y mantener los servicios ecosistémicos a nivel de paisaje.

Los principales impactos se ven en las UPP, en los sistemas ganaderos, en los ecosistemas, en la cadena de valor en sus diferentes eslabones, en la gestión del paisaje y en el sector financiero:

- Los ganaderos adoptan medios de vida sustentables y resilientes;
- El sector sostiene la reducción de emisiones de GEI y aplica prácticas sustentables y mejoras en la rentabilidad;
- Los ecosistemas ganaderos contribuyen a conservar, mejorar y mantener los servicios ecosistémicos a nivel de paisaje;
- Los sectores público y privado fomentan e implementan GS-BE permanentemente a lo largo de la cadena;
- El sector financiero está sensibilizado y genera incentivos y productos financieros para el escalamiento de la visión de la propuesta.

La NAMA GS coadyuva al logro de los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) al 2030:



- ODS 1. Fin de la Pobreza: la propuesta contribuye a que los ganaderos salgan de la pobreza al incrementar su productividad y su participación en los mercados.
- ODS 2. Hambre Cero: aumenta de manera sustentable la proteína animal, base para la seguridad alimentaria.

- ODS 8. Crecimiento Económico: proporciona empleo e ingresos a los ganaderos, trabajadores agrícolas y a los diferentes actores de la cadena de valor de leche y carne.
- ODS 12. Producción y Consumo Responsables: produce de manera sustentable carne y leche y sus subproductos, elimina o eficientiza los desperdicios y residuos, al tiempo que provoca consumo responsable mediante procesos de producción que aseguran alimentos saludables y el posicionamiento de productos verdes.
- ODS 13. Acción por el Clima: la adopción de tecnologías y buenas prácticas impacta en la mitigación de GEI, captura CO₂; reduce la vulnerabilidad, aumenta la adaptación al CC, reduce la deforestación, las quemadas de pastizales; conserva, restaura y aprovecha el capital natural: suelo, agua, pastizales. Genera un proceso de transformación hacia una GS-BE, en congruencia con el objetivo de reducir la temperatura global a 1.5 °C en apego al Acuerdo de París y a las CND en diez estados y regiones ecológicas del país.
- ODS 15. Vida de Ecosistemas Terrestres: el enfoque de paisaje considera los ecosistemas ganaderos, su vinculación y convivencia con otros ecosistemas, la conservación, la conectividad biológica, la modificación de prácticas que afectan el ambiente como las quemadas de pastizales, la disminución de cambios en el uso del suelo que impactan en la deforestación y degradación de la vegetación; así como la adopción de buenas prácticas que contribuyen al incremento en las absorciones de CO₂, a través del establecimiento de SSP, agroforestales o de bancos de proteínas, entre otras.
- ODS 17. Alianzas para lograr los Objetivos: los actores involucrados en los diferentes eslabones de la cadena de valor de carne y leche y el sector público en los diferentes niveles de gobierno (federal, estatal y municipal), autoridades del sector público de diez estados y diferentes regiones ecológico-ganaderas realizan alianzas para avanzar en la transformación sustentable de la ganadería.

Figura 7
ALIANZAS ESTRATÉGICAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA NAMA DE GS-BE



Alienación e incidencia en la política climática

La NAMA GS está alineada a las prioridades nacionales establecidas en las CND México; la LGCC, artículos 2, 5, 6 y 7;¹⁹ el PND 2019-2024; el Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020-2024; el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024; y el Programa Especial de Cambio Climático.

La NAMA GS logra una reducción importante y creciente de GEI respecto a lo que ocurre en la situación actual de emisiones, es decir, respecto a la línea base. La reducción de emisiones de GEI en las 3,270 UPP en seis años es en alrededor de 28% de las emisiones directas y 20% de las indirectas.

Tabla 17

EMISIONES NACIONALES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO SEGÚN ESCENARIO TENDENCIAL Y LAS METAS DE REDUCCIÓN 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
	2013	2020	2025	2030	2030
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*	32	32	32	32	-14
EMISIONES TOTALES	665	792	888	973	762

NAMA GS	
6 años	10 años
0.28%	45%
2,493,692	8,165,647
1.20%	44%
68,302	417,400

					-22%

Notas: *Sector Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura.
La suma de los colores de los sectores no coincide con el total por efecto del redondeo.

¹⁹Diario Oficial de la Federación (06 de junio de 2010).

Asimismo, contribuye con las metas de adaptación, entre ellas, una de las más importantes del país, reducir la deforestación.

La mayoría de las medidas de mitigación contempladas generan cobeneficios, ayudan al sector a adaptarse

al CC: mejoramiento de suelos, recarga de acuíferos, conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, lucha contra la desertificación; conservación de paisajes, conservación del hábitat de la fauna silvestre, regulación térmica; mejora de ingresos y de empleo.

Figura 8

CONTRIBUCIÓN DE LA NAMA GS EN LAS METAS DE ADAPTACIÓN



Replicabilidad

Los resultados del proyecto tienen la posibilidad de replicarse en 85% de la superficie ganadera nacional destinada a bovinos carne, doble propósito, dadas sus similitudes agroecológicas y productivas. Para ello, se trabaja en propuestas de políticas públicas y leyes que aseguren su aplicación a nivel nacional.

La replicabilidad se soporta en la participación de 3,270 UPP demostrativas, que se insertan en la implementación de redes territoriales de innovación para facilitar la adopción de prácticas sustentables, impactando en alrededor de 15 mil productores ganaderos para conformar una masa crítica de transformación hacia la GS-BE. Desde esta plataforma se impulsa también la escalabilidad hacia el ámbito nacional mediante acuerdos en las MRGS-BE y la MRGSM.

La propuesta puede transferirse a otros sistemas productivos de ganadería extensiva, por ejemplo: ovinos y caprinos. Además, difunde el modelo a través de las

oficinas del IICA en los 34 países de América y España, así como de la Mesa Redonda Global de GS (GRSB).

Transformación sostenible

El trabajo coordinado de los tres componentes: fortalecimiento y articulación institucional; gestión del conocimiento; financiamiento y mercados, es central en la gestión sostenida en la NAMA GS, asegura un cambio irreversible y la transformación sostenible mediante: la articulación de lo local a lo global; un sistema de innovación, esquemas de financiamiento rentables y competitivos, y un sistema de incentivos para el posicionamiento en el mercado, aprovechando tendencias de consumo de productos de bajo impacto ambiental, que se vincula a un sistema de certificación GS-BE y una marca: “México, ganadería sustentable y de bajas emisiones” (MX-GS-BE) facilitando el acceso al mercado nacional e internacional.



Anexo 1

Metodología y fuentes de información

METODOLOGÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN PARA INCORPORAR EN LA ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI EN EL EFECTO DE LA ALIMENTACIÓN, CONSIDERANDO SISTEMAS DE PASTOREO Y SUMINISTROS DE ALIMENTACIÓN

Emisiones

El desarrollo de las estimaciones de GEI para establecer las principales fuentes de emisión e identificar los potenciales de mitigación de las diferentes acciones que se proponen en la NAMA GS se elaboran de acuerdo con las ecuaciones de las directrices IPCC 2006 del volumen 4 capítulo 10 (IPCC, 2006b). En ese capítulo se encuentran una serie de ecuaciones que requieren información descrita en el apartado del estado del arte en la sección de criterios para los *tiers*. En el caso de la NAMA, la fuente de información para cada uno de ellos se describe en la siguiente tabla.



Tabla 18

FUENTES DE INFORMACIÓN PARA CADA CRITERIO QUE SE UTILIZA EN LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE LA NAMA

CRITERIO	INFORMACIÓN UTILIZADA EN LA ESTIMACIÓN DE LA NAMA
Inventario animal	Padrón Nacional Ganadero
Etapas productivas	Clasificación del Padrón Nacional Ganadero Encuestas levantadas en los talleres regionales organizados por IICA-COTECOCA
Edades	Encuestas levantadas en los talleres regionales organizados por IICA-COTECOCA
Pesos promedio por etapa	Encuestas levantadas en los talleres regionales organizados por IICA-COTECOCA
Tipo de alimentación	Encuestas levantadas en los talleres regionales organizados por IICA-COTECOCA Encuestas de satisfacción PROGAN
Contenido energético y proteínico del alimento	Literatura científica de cada región de acuerdo con los alimentos mencionados en los talleres y encuestas de satisfacción de PROGAN
Producción	Encuestas levantadas en los talleres regionales organizados por IICA-COTECOCA Encuestas de satisfacción PROGAN
Temperatura promedio de los meses más fríos	Promedio histórico de los inviernos del Sistema Meteorológico Nacional de 2014 a 2019

En el caso de las estimaciones para las emisiones por fermentación entérica se desarrolla un modelo que incorpora datos recabados en talleres regionales organizados por IICA-COTECOCA sobre el consumo de alimentos y que se complementa con la información de las encuestas de satisfacción del PROGAN que fue procesada para identificar por región los tres suplementos alimenticios más utilizados en cada región (véase Anexo 3).

Finalmente, para establecer el tipo de energía y proteína consumida por los animales y debido a que

esta información no fue considerada en los talleres ni en la encuesta de satisfacción del PROGAN, se utiliza la información de la literatura científica desarrollada en las regiones y que realizaron análisis químicos proximales para identificar el contenido de los nutrientes en los ingredientes mencionados en la encuesta de satisfacción del PROGAN. Este enfoque se utiliza para establecer los contenidos energéticos y proteínicos tanto en el pastoreo como en los suplementos.

Anexo 2 Grupos de tecnologías

GRUPOS DE TECNOLOGÍAS GANADERAS SUSTENTABLES DE PRODUCCIÓN DE GANADO BOVINO EN CONDICIONES DE PASTOREO EN LAS TIERRAS GANADERAS DE MÉXICO

Para la consecución de los objetivos previstos en la NAMA GS-BE en condiciones de pastoreo en México es necesario que los productores adopten o continúen usando tecnologías sustentables de producción (obras, prácticas y acciones) en sus UPP, desarrolladas por la Dirección de COTECOCA de la CGG-SADER, con la finalidad de reducir las emisiones de GEI, adaptación al CC, incrementar la producción y productividad y a la conservación del patrimonio natural de México.

Para lo anterior, la NAMA contempla implementar en los predios cooperantes los siguientes nueve grupos de tecnologías:

1. Conservación y mejoramiento de la vegetación.
2. Sistemas de pastoreo y acciones de ajuste de la carga animal.
3. Obras y prácticas de conservación de suelo y almacenamiento de agua.
4. Obras y prácticas de adaptación al CC.
5. Uso y/o generación de energías renovables.
6. Alimentación animal.
7. Mejoramiento de la eficiencia reproductiva del ganado, selección y mejoramiento genético.
8. Manejo sanitario y/o de mejoramiento del estatus sanitario.
9. Acciones para el mejoramiento de la rentabilidad y competitividad.

Cada grupo de tecnologías tiene un objetivo particular en términos de mitigación de GEI, adaptación al CC y de incremento en la productividad animal y competitividad (véase tabla 19).

Cada grupo de tecnologías se integra por diferentes obras, acciones que es necesario que los productores adopten o continúen implementando.

Las tecnologías seleccionadas para su implementación varían de acuerdo con las principales causas de emisión de GEI, vulnerabilidad al CC, condiciones agroecológicas y socioeconómicas, estado de conservación de los recursos naturales y problemas en la producción animal prevalentes en cada región.

Las tecnologías se seleccionan por los productores y un grupo de expertos (técnicos, docentes, investigadores y servidores públicos), considerando su sustentabilidad (ecológica, económica y social) y con base en el estado actual del conocimiento, experiencias nacionales e internacionales, investigación y desarrollo tecnológico y evaluaciones en campo bajo una gestión empresarial sustentable.

TABLA 19
GRUPOS DE TECNOLOGÍAS, SU CONTRIBUCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y A LA PRODUCCIÓN

GRUPO DE TECNOLOGÍAS (OBRAS, PRÁCTICAS Y ACCIONES)	CLASIFICACIÓN GENÉRICA DE LAS TECNOLOGÍAS Y SU CONTRIBUCIÓN	BENEFICIOS ESPERADOS
1 Conservación y mejoramiento de la vegetación en las UPP (M1; M2; A1;P1, P2)	• Mitigación de G.E.I. (M), Adaptación de Cambio Climático (A), Producción Animal (P)	• Recuperación, conservación y/o mejoramiento de los procesos de los ecosistemas para la conservación de la biodiversidad y la producción de bienes y servicios ambientales: captura y almacenamiento de carbono en los suelos; uso sustentable de la biodiversidad; recarga de acuíferos; regulación térmica; producción de oxígeno; reducción de tolvánicas, etcétera.
2 Sistemas de pastoreo y acciones de ajuste de la carga animal (M1, P1, P3)	• M1. Reducción de emisiones CO ₂ , CN, NO, CH ₄ • M2. Captura y/o almacenamiento de carbono en los suelos	• Reducción de los costos de producción y mayor autonomía energética
3 Obras y prácticas de conservación de suelo y almacenamiento de agua (M1, M2, A2, P1)	• A1. Conservación, recuperación y/o establecimiento de especies y sistemas de producción más recientes al CC	• Incremento de la producción de carne y leche
4 Prácticas y obras de adaptación al CC (A2, P1)	• A2. Reducción de la sensibilidad de los sistemas de producción a la sequía y/o inundaciones	• Incremento en la productividad y competitividad del subsector
5 Uso y/o generación de energías renovables (M1)	• P1. Mejoramiento del confort animal	• Generación de empleos
6 Alimentación animal (M1, P2, P3)	• P2. Conservación y/o mejoramiento de la calidad de la dieta animal	• Reducción de la pobreza
7 Mejoramiento de la eficiencia reproductiva del ganado (M1, P3)	• P3. Mejoramiento en la ganancia de peso y/o en la eficiencia reproductiva del ganado	• Mejorar la capacidad de adaptación al CC
8 Manejo sanitario y/o mejoramiento del estatus sanitario (P3, P4, P5)	• P4. Reducción de la mortalidad y/o morbilidad del ganado	
9 Acciones para el mejoramiento de la rentabilidad y competitividad (P6)	• P5. Acceso de los productos de origen animal en los mercados • P6. Mejoramiento de la rentabilidad y competitividad	

1. Conservación y mejoramiento de la vegetación

- 1.1 Evitar acciones de deforestación y degradación de la vegetación, como: tala clandestina, cambios de uso de suelo (de forestal a ganadero o agrícola, así como de ganadero a agrícola) y entresaca de árboles.
- 1.2 Reforestación, revegetación y/o mejoramiento de la vegetación:
 - Árboles dispersos en potreros.
 - Sistemas agro o silvopastoriles.
 - Cercas vivas simples o multiestrato con especies forestales o frutales.
 - Rehabilitación de praderas y pastizales degradados con especies forrajeras mejoradas.
 - Establecimiento de praderas mixtas (gramíneas-leguminosas) en pastizales degradados o en zonas erosionadas.
 - Bancos de proteína y/o de energía.
 - Barreras rompe vientos.
 - Establecimiento de cultivos de cobertera.
 - Plantaciones de cultivos perennes.
 - Plantaciones forestales.
 - Protección y/o enriquecimiento de acahuales.
 - Introducción de franjas de zacates, herbáceas, arbustivas y arbóreas intercaladas en potreros o zonas agrícolas.
 - Exclusión del pastoreo en tierras degradadas con distribución continua de la humedad.
 - Uso adecuado del fuego.
 - Reconversión productiva de zonas agrícolas o ganaderas de baja y/o errática producción a sistemas de producción más sustentables.
 - Reservas ecológicas.
 - Conservación o interconexión de corredores biológicos.

1.3 Aplicación de composta en el suelo (en praderas cultivadas o zonas agrícolas).

1.4 Empleo controlado de purines en el suelo (en praderas cultivadas o zonas agrícolas).

2. Sistemas de pastoreo y acciones de ajuste de la carga animal

- a. Sistemas sustentables de pastoreo. En un predio se pueden usar uno o más sistemas de pastoreo de acuerdo con las condiciones agroecológicas prevalentes, la época del año, necesidades específicas de manejo y de la fauna silvestre, disponibilidad de agua, infraestructura, entre otros factores. Existen diversos sistemas de pastoreo que se pueden implementar como pueden ser los siguientes: rotacional, rotacional diferido, alta intensidad y baja frecuencia, estacional, rotación con descanso, estacional, tras-humante entre otros; sin embargo, todos deben de contemplar en su diseño y operación los criterios de sustentabilidad.
- b. Los criterios de sustentabilidad del pastoreo: 1) el pastoreo y el impacto animal junto con otras herramientas de manejo deben de contribuir a recuperar, conservar y/o mejorar los procesos del ecosistema; 2) el periodo de ocupación del ganado en los potreros debe ser estimado en cada proceso de pastoreo; 3) dar un periodo adecuado de recuperación a los potreros después de cada pastoreo, su duración depende de diversos factores como, el tipo de agostadero o pradera, época del año, condiciones climatológicas prevalentes, grado de utilización forrajera o del forraje remanente después del pastoreo, su duración debe ser suficiente para permitir la recuperación del forraje; 4) ofrecer al ganado el forraje de la mayor calidad posible; 5) balance adecuado entre el forraje

disponible en los potreros y la cantidad de ganado que pastorea; 6) permitir la reproducción de las especies vegetales y el establecimiento de sus plántulas en la próxima temporada vegetal, por lo menos en los potreros o zonas más deterioradas; 7) flexible y debe de considerar las necesidades generales de manejo del predio (agricultura, conservación de flora y fauna, aprovechamientos cinegéticos, actividad, forestal u otras); 8) planeación estratégica para el periodo de sequía; y 9) incorporando criterios de adaptación al CC.

- c. Determinar la disponibilidad de forraje en los potreros, antes de cada pastoreo, con la finalidad de hacer ajustes oportunos en la carga animal y evitar así la degradación de los potreros, pérdida de peso o muerte del ganado, y derogación de gastos innecesario para el mantenimiento del ganado.
- d. Estabulación o alimentación en corral en periodos críticos.
- e. Regulación entre la capacidad de carga del hábitat en ranchos ganaderos diversificados, mediante el ajuste del inventario ganadero y la regulación del tamaño y estructura de poblaciones de fauna silvestre.

3. Obras y prácticas de conservación de suelo y almacenamiento de agua

- a. Obras mecánicas de conservación de suelo (curvas o bordos a nivel, terrazas, surcado a contorno, represas, zanjas, etcétera).
- b. Barreras vivas usando agaves, cactáceas u otras especies vegetales (leñosas) con sistema radicular profundo y extenso.
- c. Prácticas agronómicas sustentables (rotación de cultivos, cero o mínima labranza, cultivos en franjas,

abonos verdes, surcado lister, subsuelo, cultivos de cobertera, etcétera).

- d. Protección de cuerpos de agua, cauces de agua y manantiales mediante reforestación-revegetación y cercado.
- e. Obras mecánicas de almacenamiento de agua (bordos, represas, aljibes, ollas de agua, etcétera).

4. Obras, prácticas y acciones de adaptación al CC

4.1 Ante sequía o estrés hídrico.

- Adaptación basada en ecosistemas (AbE).
- Pozos profundos.
- Tanques de almacenamiento de agua.
- Aguajes.
- Líneas de conducción de agua a los potreros.
- Sombreadores para el ganado.
- Corrales para el manejo y/o alimentación del ganado.
- Infraestructura para la conservación y/o almacenamiento de forrajes (bodegas, silos).
- Planes de manejo preventivo ante posibles sequías o estrés hídrico.
- Programas Municipales de Protección Civil ante contingencia de fenómenos hidrometeorológicos (sequía).

4.2 Ante inundación

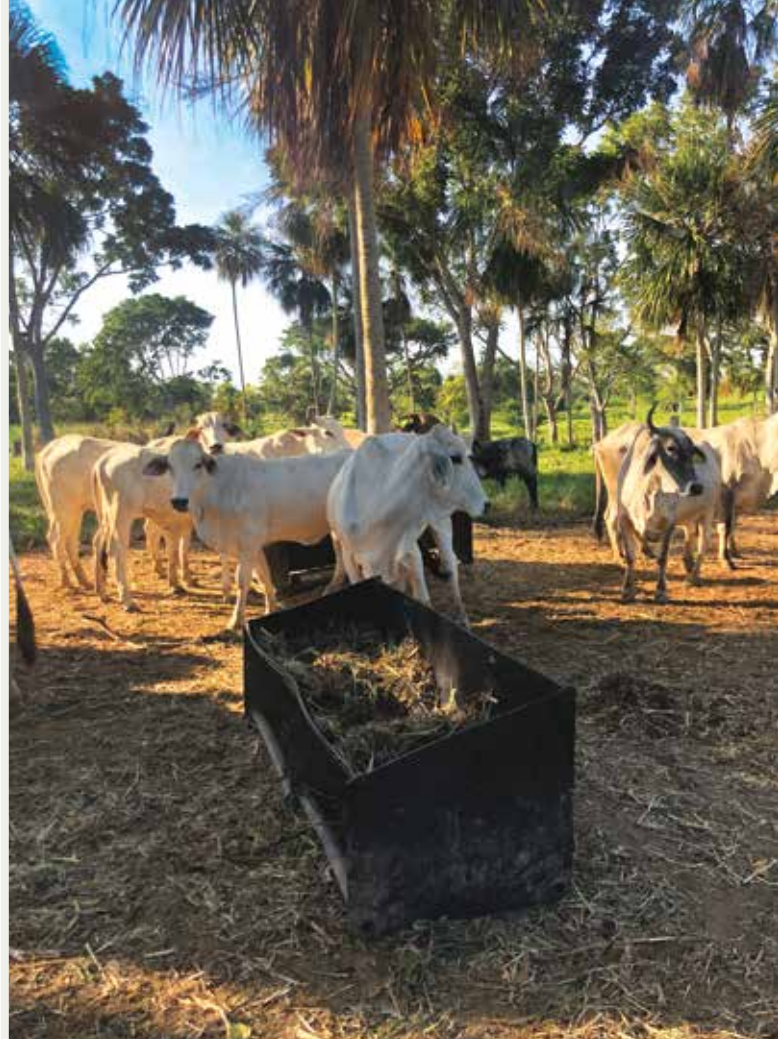
- Terraplenes.
- Zanjas desviadoras de escorrentía.
- Drenajes parcelarios.
- Corrales para el manejo y/o alimentación del ganado.
- Infraestructura para la conservación y/o almacenamiento de forrajes (bodegas, silos) en zonas no inundables del predio.

- Planes de manejo preventivo ante posible inundación.
 - Programas Municipales de Protección Civil ante contingencia de fenómenos hidrometeorológicos (inundación).
- 4.3 Selección y/o mejoramiento genético del ganado. Atendiendo criterios de productividad, temperamento, rusticidad y exigencias del mercado.
 - 4.4 Establecimiento de especies forrajeras tolerantes o resistentes a la sequía e inundaciones.
 - 4.5 Infraestructura para la movilización del ganado en casos de desastres naturales (camino internos intercomunicados con predios vecinos o con vías de comunicación).
 - 4.6 Riego con aspersión y microaspersión en praderas cultivadas.
 - 4.7 Cosecha de agua.
 - 4.8 Tratamiento y reutilización de agua.
 - 4.9 Desarrollo de protocolos de alerta temprana.
 - 4.10 Desarrollo de nuevas unidades productivas con base en Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial y con consideración de el Atlas de vulnerabilidad.

Nota. Gran parte de las tecnologías de los grupos 1 y 2 contribuyen a incrementar la adaptación al CC, debido a que reducen la sensibilidad de los ecosistemas y de los sistemas ganaderos de producción.

5. Uso y/o generación de energías renovables

- 5.1 Empleo de equipo para el aprovechamiento de la energía solar y eólica, bajo buenas prácticas sociales y culturales.
 - Paneles solares, acumuladores y baterías recargables para uso doméstico, cercos eléctricos, bombas sumergibles, etcétera.



- Calentadores solares.
 - Molinos de viento (papalotes).
 - Turbinas eólicas.
- 5.3 Acciones que aumentan la eficiencia energética de los equipos que usan energía fósil.
 - Sustitución de equipos viejos por nuevos de mayor eficiencia energética.

6. Alimentación animal

- 6.1 Suministro de mezclas de sales minerales.
- 6.2 Siembra y utilización de cultivos forrajeros y pastos de corte con agricultura de conservación.
- 6.3 Conservación de forrajes (ensilado, henificado).
- 6.4 Tratamiento y/o enriquecimiento proteico-energético de cultivos forrajeros y esquilmos agrícolas, con melaza, urea y otras fuentes de nitrógeno y granos.

- 6.5 Preparación de harinas con follaje de leguminosas, yuca y otras especies proteico o energéticas forrajeras para la alimentación animal.
- 6.6 Elaboración de bloques multifuncionales.
- 6.7 Formulación de dietas específicas, principalmente en épocas críticas del año y/o en los estados fisiológicos del ganado con mayor demanda de nutrientes, usando mezclas de granos, concentrados y forrajes de alta calidad.
- 6.8. Uso *saccharina* y otras preparaciones elaboradas con base en caña de azúcar.
- 6.9 Uso de potreros de reserva en el estiaje o de pastos de corte en pie.
- 6.10 Monitoreo de la calidad del agua para consumo animal.
- 6.11 Aplicación de vitaminas.

Nota. Algunas tecnologías del grupo 1 y las del 2 contribuyen a mejorar la calidad de la dieta del ganado con lo cual se reducen las emisiones de metano por fermentación entérica y se mejora la productividad animal.

7. Mejoramiento de la eficiencia reproductiva del ganado, selección y mejoramiento genético

- 7.1 Uso de registros técnicos-productivos.
- 7.2 Diagnóstico de gestación.
- 7.3 Prueba de fertilidad de sementales.
- 7.4 Época de empadre.
- 7.5 Lotificación del ganado con base en sexo y estado fisiológico.
- 7.6 Sincronización de estros.
- 7.7 Sobrealimentación antes y durante el empadre *flushing*.
- 7.8 Inseminación artificial.
- 7.9 Tratamiento de anestros.

- 7.10 Selección y mejoramiento genético del pie de cría atendiendo criterios de su eficiencia reproductiva y demanda del mercado.

8. Manejo sanitario y/o de mejoramiento del estatus sanitario

- 8.1 Calendario zosanitario.
- 8.2 Vacunación contra enfermedades de mayor incidencia en la región.
- 8.3 Control integral de parásitos externos.
- 8.4 Desparasitación interna del ganado.
- 8.5 Dar cumplimiento a las disposiciones establecidas en las campañas nacionales contra la tuberculosis, brucelosis, rabia paralítica bovina y la garrapata, de acuerdo con las especies zootécnicas y el estatus sanitario de cada entidad que establezca la Dirección General de Salud Animal del SENASICA (SAGARPA).

9. Acciones para el mejoramiento de la rentabilidad y competitividad

- 9.1 Uso de registros económicos.
- 9.2 Uso de registros técnico-productivos para la toma de decisiones.
- 9.4 Diversificación productiva.
- 9.5 Organización económica de la producción.
- 9.6 Búsqueda y/o desarrollo de mercados para productos de origen animal producidos de manera sustentable.
- 9.7 Compra consolidada de insumos.
- 9.8 Promoción de economía circular.
- 9.9 Planeación holística financiera.
- 9.10 Telemarketing.

Anexo 3 Criterios *tier 2*

TALLER	ENTIDAD	REGIÓN	REGIÓN SIAP	REGIÓN AGROECOLÓGICAS (CONTRERAS 2012)	TEMPERATURA	DS TEMP FRÍA
Muzquiz	Coahuila	Zona árida y semiárida	Noreste	Llanuras del noreste	11.00	5.35
Tizimín	Yucatán	Trópico seco	Sur sureste	Península de Yucatán	19.50	2.25
Monterrey	Nuevo León	Zona semiárida	Noreste	Llanuras del noreste	11.94	5.05
Tabasco	Tabasco	Trópico húmedo	Sur sureste	Golfo sur	21.02	1.85
Sonora	Sonora	Zona árida y semiárida	Noreste	Noreste	11.56	5.68
Jalisco	Jalisco	Zona templada	Centro occidente	Región altos	11.56	3.22
Veracruz	Veracruz	Trópico húmedo	Sur sureste	Golfo sur	16.17	2.57
Zacatecas	Zacatecas	Zona árida y semiárida	Noreste	Sierra Madre Occidental	6.83	3.80

TALLER	VACAS PX	DS VACAS	SEMENTALES	DS SEMENTALES	CONSUMO DE	SD CONSUMO DE ALIMENTO (KG/DÍA)
Muzquiz	500	NE	700	NE	4	0
Tizimín	500	NE	700	NE	10.4	0
Monterrey	500	NE	700	NE	465	0
Tabasco	487.5	25.0	650.0	40.8	43.75	2.8
Sonora	493.0	51.3	700	173.2	20	4.4
Jalisco	495.7	24.4	707.14	67.26	20.5	7.5
Veracruz						
Zacatecas						

TALLER	FORRAJE	SD FORRAJE	GRANOS	SD GRANOS	CONCENTRADO	SD CONCENTRADO
Muzquiz	2	0	1	0	1	0
Tizimín	10	0	0	0	0.4	0
Monterrey	190	0	0	0	95	0
Tabasco	43.75	4.8	0	0	0	0
Sonora	20	7.621023553	0	0	0	0
Jalisco	16.9	15.6	1.5	2.10	2.15	3.18
Veracruz						
Zacatecas						

TALLER	SILO	SD SILO	SUBPRODUCTOS	SD SUBPRODUCTOS	OTROS	SD OTROS
Muzquiz	0.7	0	2	0	0	0
Tizimín	0.7	0	10	0	0	0
Monterrey	0.7	0	180	0	0.3	0
Tabasco	0	0	0	0	0	0
Sonora	0	0	0	0	0	0
Jalisco	18.7	34.76	0.9	1.37	0.5	1.10
Veracruz						
Zacatecas						

TALLER	PRODUCCIÓN	SD LECHE	SUPERFICIE	SD SUPERFICIE	SUPERFICIE AG	SD SUPERFICIE	CONCENTRADO	CONCENTRADO	CONCENTRADO 3
Muzquiz	# REF	# REF	# REF	# REF	# REF	# REF	ALCODESA 1	MENOPROC	PROT 14
Tizimín									
Monterrey	# REF	# REF	# REF	# REF	# REF	# REF	TORITO	PACA	PURINA
Tabasco									
Sonora	# REF	# REF	# REF	# REF	# REF	# REF	VALI	ICSA	FORR ARANDAS
Jalisco									
Veracruz									
Zacatecas	# REF	# REF	# REF	# REF	# REF	# REF	ALIMENTO B	BOV. EXTRA	PURINA #20

	Información SIAP
	Artículo científico
	SMN-CONAGUA
	Talleres IICA
	Encuestas COTECOCA

TEMPERATURAS

ENTIDAD	TEMPERATURA	SD
Coahuila	11.00	5.35
Yucatán	19.50	2.25
Nuevo León	11.94	5.05
Tabasco	21.02	1.85
Sonora	11.56	5.68
Jalisco	11.56	3.22
Veracruz	16.17	2.57
Zacatecas	6.83	3.80



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aboagye, I. A., Oba, M., Castillo, A. R., Koenig, K. M., Iwaasa, A. D., y Beauchemin, K. A. (2018). Effects of hydrolyzable tannin with or without condensed tannin on methane emissions, nitrogen use, and performance of beef cattle fed a high-forage diet. *Journal of Animal Science*, 96(12), 5276-5286. <https://doi.org/10.1093/jas/sky352>
- Aryal, D. R., Gómez Castro, H., Del Carmen García, N., José Ruiz, O. de J., Molina Paniagua, L. F., Jiménez Trujillo, J. A., Venegas Venegas, J. A., Pinto Ruiz, R., Ley de Coss, A., y Guevara Hernández, F. (2018). Potencial de almacenamiento de carbono en áreas forestales en un sistema ganadero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(48), 150-180. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i48.184>
- Benaouda, M., Ronquillo, M. G., Molina, L. T., y Castelán, A. (2017). Estado de la investigación sobre emisiones de metano entérico y estrategias de mitigación en América Latina * Status of research on enteric methane emissions and mitigation strategies in Latin America Resumen Introducción. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(4), 965-974.
- Castelán-Ortega, O. A., Ku-Vera, J. C., y Estrada-Flores, J. G. (2014). Modeling methane emissions and methane inventories for cattle production systems in Mexico. *Atmósfera*, 27(2), 185-191. [https://doi.org/10.1016/S0187-6236\(14\)71109-9](https://doi.org/10.1016/S0187-6236(14)71109-9)
- Cesar Rodríguez, J., Paz Pellat, F., Watts, C., Lizárraga Celaya, C., Yépez González, E., Jiménez Ferrer, G., Castellanos Villegas, A., Hinojo Hinojo, C., y Macías Vázquez, C. E. (2019). Mediciones de metano y bióxido de carbono usando la técnica de covarianza de vórtices en ganado lechero semiestabulado en Sonora, México. *Revista Terra Latinoamericana*, 37(1), 69. <https://doi.org/10.28940/terra.v37i1.412>
- CGG-SADER. Distribución de los árboles de programa Biopasos, Densidad de la madera de CONAFOR 2018 y Crecimientos anuales de Ayjar 2014.
- Conforti, P. (2011). Looking ahead in world food and agriculture: Perspectives to 2050. In *FAO Rome*. <https://doi.org/I2280E/1/06.11>
- Congreso de la Unión (2014). *Ley General de Cambio Climático*. 1-45.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 62301 (1992).
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2015). Convención Marco sobre el Cambio Climático. *Acuerdo de París*, 40.
- FAO (2002). Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. En *Informe sobre recursos mundiales de suelos No. 96*.
- Fernando, P., Martín, H., Ramón, S., y Alma, R. (2019). *Estado del ciclo del carbono en México, Agenda Azul y Verde*. http://pmc-carbono.org/pmc/publicaciones/EdelCCenM_Agenda_Azul_y_Verde_1er_Reporte_Revisado.pdf
- FIRCO-SAGARPA (2011). *Diagnóstico General de la Situación Actual de los Sistemas de Biodigestión en México*.
- Flores, F. E. C., Fernández, J. A., Gobbi, J. A., y Bernardis, A. C. (2012). Reservorio de carbono en suelo y raíces de un pastizal y una pradera bajo pastoreo. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(1), 79-86.
- Garnsworthy, P. C., Difford, G. F., Bell, M. J., Bayat, A. R., Huhtanen, P., Kuhla, B., Lassen, J., Peiren, N., Pszczola, M., Sorg, D., Visker, M. H. P. W., y Yan, T. (2019). Comparison of methods to measure methane for use in genetic evaluation of dairy cattle. *Animals*, 9(10), 1-12. <https://doi.org/10.3390/ani9100837>
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falculli, A., y Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities*. FAO.
- Gobierno de la República (2015). "Compromisos de mitigación y adaptación ante el cambio climático para el periodo 2020-2030." México. <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/contribuciones-previstas-y-determinadas-a-nivel-nacional-indc-para-adaptacion>
- Herrero, M., Gerber, P., Vellinga, T., Garnett, T., Leip, A., Opio, C., Westhoek, H. J., Thornton, P. K., Olesen, J., Hutchings, N., Montgomery, H., Soussana, J., Steinfeld, H., y Mcallister, T. A. (2011). Livestock and greenhouse gas emissions: the importance of getting the numbers right. *Animal Feed Science and Technology*, 166-167, 779-782. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds-ci.2011.04.083>
- Hörtenhuber, S. J., Lindenthal, T., y Zollitsch, W. (2011). Reduction of greenhouse gas emissions from feed supply chains by utilizing regionally produced protein sources: The case of Austrian dairy production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(May 2010), 1118-1127. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4293>
- Huerta, A. R., Güereca, L. P., y Lozano, M. D. L. S. R. (2016). Environmental impact of beef production in Mexico through life cycle assessment. *Resources, Conservation and Recycling*, 109(2016), 44-53. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.01.020>
- INECC (2018). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2015*.

- INECC, I. N. de E. y C. C. (2018). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2015*. Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2015. <https://www.gob.mx/inecc/documentos/investigaciones-2018-2013-en-materia-de-mitigacion-del-cambio-climatico>
- INIFAP (2013). *Almacén y captura de carbono en pastizales y matorrales de Chihuahua*.
- INEGI. Uso del Suelo y Vegetación en <https://www.inegi.org.mx/temas/usuarios/default.html#Descargas>
- IPCC (2006a). Volume 1, General Guidance and Reporting. En H. S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, y K. Tanabe (eds.), *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme* (p. 5). IGES.
- IPCC (2006b). Volume 4, Agriculture, Forestry and Other Land Use. En H. S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, y K. Tanabe (eds.), *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme* (Vol. 4). IGES. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
- IPCC (2013). Climate change 2013. The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report. *Information and Software Technology* (Vol. 51, Issue 4, p. 1535). <https://doi.org/10.1016/j.infof.2008.09.005>
- IPCC (2013). Climate change 2013. The physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report. In Chapter 08. Mhyre, Shindell, coord. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf
- IPCC (2014). *Climate Change 2014. Impacts, Adaptation and Vulnerability*.
- IPCC, Roberts, D., Pidcock, R., Chen, Y., Connors, S., y Tignor, M. (2018). *Global warming of 1.5 °C*.
- Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304(5677), 1623-1627. <https://doi.org/10.1126/science.1097396>
- Lemaire, G., Franzluebbers, A., César, P., Carvalho, D. F., y Dedieu, B. (2014). Agriculture, ecosystems and environment integrated crop-livestock systems : Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 190, 4-8. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.009>
- Martínez Santiago, A., Vázquez Silva, G., Martínez García, J. A., Arana Magallón, F. C., Nuñez García, L. G., López de la Rosa, A. K., y Rodríguez Vicente, A. K. (2018). Avances de la investigación sobre producción animal y seguridad alimentaria en México. *Avances de la investigación sobre producción animal y seguridad alimentaria en México, octubre 2019*, 1003-1007.
- Meléndez, G. M., y González, L. B. V. (2013). Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero del sector agropecuario en Baja California. *Sociedad y Ambiente*, 2, 98-115. <https://doi.org/10.31840/sya.v0i2.17>
- Morante, D., Guevara, A., y Suzán, H. (2016). *Estimación Tier II de emisión de metano entérico en hatos de vacas lactantes en Querétaro, México Tier II estimation of enteric methane emission in dairy cow herds in Querétaro, México*.
- Muñoz, C., Herrera, D., Hube, S., Morales, J., y Ungerfeld, E. M. (2018). Effects of dietary concentrate supplementation on enteric methane emissions and performance of late lactation dairy cows. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 78(3), 429-437. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392018000300429>
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M. S., y Bernabucci, U. (2010). Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science*, 130(1-3), 57-69. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.02.011>
- Palma G., J. M., Nahed T., J. y Sanginés G., L. (2011). Agroforestería pecuaria en México. Alternativas para una reconversión ganadera sustentable. Universidad de Colima, ECOSUR, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. México
- Palma, J. M. y Nahed, J. (2019). Incorporation of tree species with agricultural and agro industrial waste in the generation of resilient livestock systems 1. Integración de especies arbóreas con residuales agrícolas y agroindustriales en la generación de sistemas ganaderos resilientes. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53(1), 73-90.
- Patra, A. K. (2012). *Enteric methane mitigation technologies for ruminant livestock : a synthesis of current research*. 1929-1952. <https://doi.org/10.1007/s10661-011-2090-y>
- Piñero-Vázquez, A. T., Canul-Solís, J. R., Alayón-Gamboa, J. A., Chay-Canul, A. J., Ayala-Burgos, A. J., Aguilar-Pérez, C. F., Solorio-Sánchez, F. J., y Ku-Vera, J. C. (2015). Potential of condensed tannins for the reduction of emissions of enteric methane and their effect on ruminant productivity. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 47(3), 263-272. <https://doi.org/10.4067/S0301-732X2015000300002>
- Polin, L., Muro, A., y Díaz, L. (2014). Aceites esenciales modificadores de perfiles de fermentación ruminal y mitigación de metano en rumiantes. Revisión. Ruminal fermentation modification

- and methanogenesis mitigation by essential oils from plants. Review. *Revista Mexicana Pecuaria*, 5(1), 25-47.
- SADER-CGG. Distribución de los árboles de programa Biopasos, Densidad de la madera de CONAFOR 2018 y Crecimientos anuales de Ayjar 2014.
- SAGARPA, FIRCO, CNSP, y COLPOS (2010). *Estudio de gran visión y factibilidad económica y financiera para el desarrollo de infraestructura de almacenamiento y distribución de granos y oleaginosas para el mediano y largo plazo a nivel nacional*. http://sagarpa.mx/agronegocios/Documents/Estudios_pro-mercado/GRANOS.pdf
- SAGARPA (2018). Encuesta de satisfacción del PROGAN-SAGARPA 2018.
- Sejian, V., Lal, R., Lakritz, J., y Ezeji, T. (2011). Measurement and prediction of enteric methane emission. *International Journal of Biometeorology*, 55(1), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s00484-010-0356-7>
- SEMARNAT-INECC (2018). *Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (Issue c). <http://cambioclimatico.gob.mx:8080/xmlui/handle/publicaciones/117>
- SEMARNAT (2012). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010*.
- Skutsch, M., Bird, N., Trines, E., Dutschke, M., Frumhoff, P., de Jong, B. H. J., van Laake, P., Masera, O., y Murdiyarso, D. (2007). Clearing the way for reducing emissions from tropical deforestation. *Environmental Science and Policy*, 10(4), 322-334. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2006.08.009>
- SIAP. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- Swann, A. L. S., Longo, M., Knox, R. G., Lee, E., y Moorcroft, P. R. (2015). Future deforestation in the Amazon and consequences for South American climate. *Agricultural and Forest Meteorology*, 214-215, 12-24. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.07.006>
- Taylor, P.D., Fahrig, L. Henein, K. y Merriam, G. (1993). Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 68, 571-573.
- UNEP (2012). *Growing greenhouse gas emissions due to meat production* (Issue October).
- van Wijk, M. T. (2014). From global economic modelling to household level analyses of food security and sustainability: How big is the gap and can we bridge it? *Food Policy*, 49, 378-388. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.10.003>
- Yamalle, J. I. Y., Pérez, J. J., Rodríguez, E. A., Calderón, O. A. A., Tagle, M. A. G., y Garza, E. J. T. (2014). Dinámica de la captura de carbono en pastizales abandonados del noreste de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(1), 113-121.

GLOSARIO

Glosario de términos

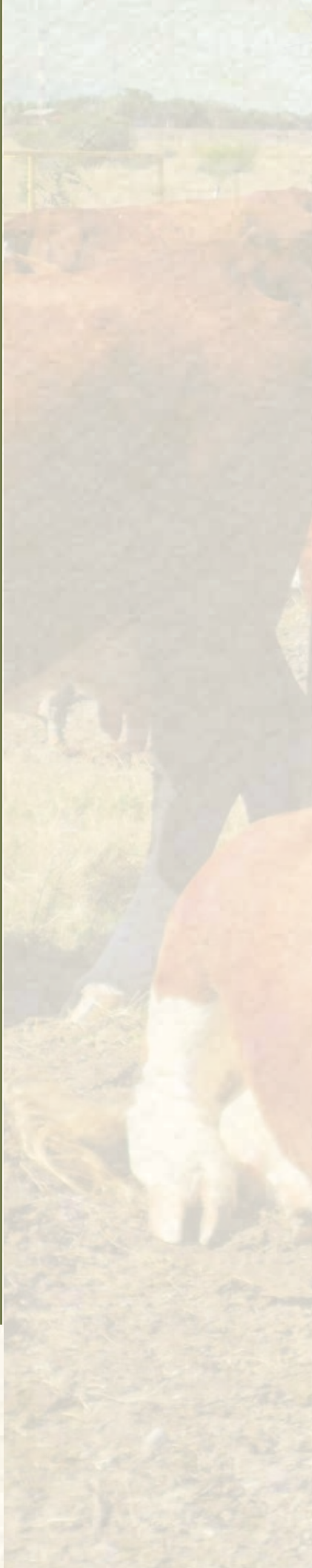
AbE: Adaptación basada en Ecosistemas
CC: Cambio Climático
BE: Bajas Emisiones
CND: Contribuciones Nacionalmente Determinadas
GEI: Gases de Efecto Invernadero
GS: Ganadería Sustentable
GLEAM: Global Livestock Environmental Assessment Model
GS-BE: Ganadería Sustentable y de Bajas Emisiones

I+D+i: Investigación, Desarrollo e Innovación
NAMA: Acción Nacionalmente Apropriada de Mitigación (NAMA, por sus siglas en inglés)
NAMA GS: NAMA de Ganadería Sustentable y de Bajas Emisiones
SSP: Sistemas silvopastoriles
UPP: Unidad de Producción Pecuaria
USCUSS: Sector Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura

Glosario de acrónimos institucionales

Agenda CC y PA: Agenda de Cambio Climático y Producción Agroalimentaria
AMEG: Asociación Mexicana de Engordadores de Ganado
ANGADI: Asociación Nacional de Ganaderos Diversificados
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
CIMMYT: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
CIMMYT:CONANP: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CGG: Coordinación General de Ganadería
CGG-SADER: Coordinación General de Ganadería de SADER
CICC: Comisión Intersecretarial de Cambio Climático
CMNUCC: Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático
CND: Contribuciones Nacionalmente Determinadas
CNOG: Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas
CONANP: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
COMESFOR: Comisión Estatal Forestal
COTECOCA: Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero
EEREDD+: Estrategia Estatal Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación
ENCC: Estrategia Nacional de Cambio Climático
FEGA: Fondo Especial de Asistencia Técnica y Garantía para Créditos Agropecuarios (Special Technical Assistance and Guarantee Fund for Agricultural Credits)
FIRA: Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
FMVZ-UNAM: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México
FND: Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero
FONAGA: Fondo Nacional de Garantías de los Sectores Agropecuario, Forestal, Pesquero y Rural
GFS: Grupo Financiero Sparkassenstiftung, cooperación alemana
GIZ: Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH) por sus siglas en alemán
GRSB: Mesa Global de Ganadería Sustentable, por sus siglas en inglés

IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INIFAP: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
JIBIOIPUUC: Junta Intermunicipal Biocultural del Puuc de Yucatán
LDRS: Ley de Desarrollo Rural Sustentable
MRGS-BE: Mesas Regionales de Ganadería Sustentable y de Bajas Emisiones
MRGSM: Mesa Redonda de Ganadería Sustentable de México
MRGSM: Mesa Redonda de Ganadería Sustentable de México
PECC: Programa Especial de Cambio Climático
PND: Plan Nacional de Desarrollo (National Development Plan)
PROGAN: Componente Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola
PSADR: Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural
PSMARN: Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SADER: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Veracruz
SAGARPA: Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SAGARPHA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Acuicultura de Sonora
SAGYP: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Chiapas
SBSCC: Secretaría de Bienestar, Sustentabilidad y Cambio Climático
SDA: Secretaría de Desarrollo Agropecuario de Nuevo León
SEDAFOP: Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca
SDR: Secretaría de Desarrollo Rural de Tamaulipas
SEDER: Secretaría de Desarrollo Rural de Yucatán
SEDER: Secretaría de Desarrollo Rural de Coahuila
SEMADET: Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, Jalisco
SEMAHN: Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, Chiapas
SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIAP: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SOFIPO: Sociedades Financieras Populares
SOFOMES: Sociedades Financieras de Objeto Múltiple
TNC: The Nature Conservancy
UADY: Universidad Autónoma de Yucatán
URGNV: Unión Regional Ganadera del Norte de Veracruz
WWF: World Wildlife Fund-México



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

