



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN CIENCIAS FORESTALES

**CARBONO FORESTAL: POLITICA
PÚBLICA ESTATAL PARA MITIGAR LOS
EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO
ESTUDIO DE CASO ESTADO DE
MÉXICO**

GAUDENCIO BENÍTEZ MOLINA

T E S I N A
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRÍA TECNOLÓGICA
EN MANEJO SUSTENTABLE DE BOSQUES**

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO

2023



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

La presente tesis titulada: "**Carbono forestal: Política pública estatal para mitigar los efectos del cambio climático. Estudio de caso Estado de México**", realizada por el estudiante: **Gaudencio Benítez Molina**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRÍA TECNOLÓGICA
EN MANEJO SUSTENTABLE DE BOSQUES

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO

DR. ALEJANDRO VELÁZQUEZ MARTÍNEZ

ASESOR

DR. MIGUEL CABALLERO DELOYA

ASESOR

M.C. CARLOS MALLEN RIVERA

Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, junio de 2023

CARBONO FORESTAL: POLÍTICA PÚBLICA ESTATAL PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO. ESTUDIO DE CASO ESTADO DE MÉXICO

**Gaudencio Benítez Molina. M.T.
Colegio de Postgraduados, 2023**

RESUMEN

Los bosques juegan un papel primordial en el ciclo de carbono. De acuerdo con el análisis de los cinco servicios del ecosistema realizado por Forest Stewardship Council (FSC), el secuestro y almacenamiento dióxido de carbono (CO₂) es uno de los principales servicios que proveen los ecosistemas forestales. El objetivo de este estudio es sistematizar la información de los programas y proyectos de captura de carbono que promueve el Gobierno del Estado de México a través de la Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE) como estrategia de política pública para mitigar los efectos del cambio climático. La metodología empleada consistió en realizar un análisis sistemático de la información disponible en los programas y proyectos de captura de carbono forestal que se realizan en el Estado de México con los dueños y poseedores de los recursos forestales. Los resultados encontrados indican que el Estado de México, es la entidad del país que cuenta con un Programa como parte de su política forestal orientada a compensar a los dueños y poseedores por el servicio ambiental captura de carbono, y promueve los proyectos de línea base de captura de carbono forestal, que ambos representan una alternativa productiva para los ejidos y comunidades que cuentan con bosques bajo manejo certificados y están acreditados bajo el Protocolo Forestal para México (PFM) de la Reserva de Acción Climática (CAR), para la venta de bonos de carbono, y acreditar la capacidad que tienen los bosques para almacenar CO₂.

Palabras clave: Compensación a productores forestales por el servicio ambiental captura de carbono.

FOREST CARBON: STATE PUBLIC POLICY TO MITIGATE THE EFFECTS OF CLIMATE CHANGE CASE STUDY STATE OF MEXICO

**Gaudencio Benítez Molina. M.T.
Colegio de Postgraduados, 2023**

ABSTRACT

Forests play a key role in the carbon cycle. According to the analysis of the five ecosystem services carried out by the Forest Stewardship Council (FSC), the sequestration and storage of carbon dioxide (CO₂) is one of the main services provided by forest ecosystems. The objective of this study is to systematize the information on carbon capture programs and projects promoted by the Government of the State of Mexico through the Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE) as a public policy strategy to mitigate the effects of climate change. The methodology used consisted of carrying out a systematic analysis of the information available in the forest carbon capture programs and projects that are carried out in the State of Mexico with the owners and holders of forest resources. The results found indicate that the State of Mexico is the entity of the country that has a Program as part of its forestry policy aimed at compensating owners and possessors for the carbon capture environmental service, and promotes baseline projects of forest carbon capture, which both represent a productive alternative for the ejidos and communities that have forests under certified management and are accredited under the Forest Protocol for Mexico (PFM) of the Climate Action Reserve (CAR), for the sale of bonds of carbon, and accredit the capacity of forests to store CO₂.

Key words: Compensation to forest producers for the environmental service, carbon sequestration.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría del Campo, la Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE) y al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT) del Gobierno del Estado de México por brindarme la oportunidad para realizar estos estudios profesionales.

Al Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, directivos, plantilla docente y personal administrativo de la Maestría Tecnológica en Manejo Sustentable de Bosques, por todas las facilidades brindadas durante mi estancia en la Maestría, de manera muy particular a cada uno de mis maestros por los conocimientos y experiencias compartidos.

Al Dr. Alejandro Velázquez Martínez por su disposición, orientación y enseñanzas para realizar este trabajo final de la Maestría Tecnológica. De la misma manera al Dr. Miguel Caballero Deloya, al M.C. Carlos Mallen Rivera y al Dr. Aurelio M. Fierros González por su amistad, amable revisión y contribución para fortalecer este trabajo final de la Maestría.

Al personal de la Dirección de Restauración y Fomento Forestal de PROBOSQUE por su amistad y apoyo brindado durante mis estudios.

A mis compañeros de la Maestría por los momentos compartidos.

A Reserva de Acción Climática (CAR), Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) e Integradora de Comunidades Indígenas y Campesinas de Oaxaca (ICICO) por las experiencias compartidas.

DEDICATORIA

A mi padre, a mi madre y hermanos por su gran amor y enseñanzas de vida.

A mi esposa e hijo por ser parte importante de mi vida y motivación para seguir siempre adelante en mi formación profesional, y acompañarme en esta aventura.

A ese ser supremo por brindarme la sabiduría y fortaleza para seguir adelante.

A los hombres y mujeres de los ejidos y comunidades forestales que con su trabajo día con día hacen de los bosques un motor de vida y desarrollo de México.

CONTENIDO

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Generalidades de los Gases de Efecto Invernadero (GEI)	3
3.2. Los bosques y dióxido de carbono (CO ₂)	4
3.3. Papel del Estado de México en proyectos de carbono forestal	11
3.4. Instrumentos de políticas públicas en materia forestal en las entidades federativas de México	16
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	26
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN GENERAL	27
5.1. Resultados	27
5.2. Discusión	32
VI. CONCLUSIONES	34
VII. LITERATURA CITADA	35

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Estándares internacionales para la cuantificación de acervos de carbono.	9
Cuadro 2. Proyectos de captura de carbono con el Protocolo de la Reserva de Acción Climática (CAR) en México, abril de 2023.	14
Cuadro 3. Instrumentos de políticas públicas en materia forestal en las entidades federativas de México ¹	17
Cuadro 4. Proyectos de captura de carbono en bosques bajo manejo forestal y créditos de compensación acreditados por la Reserva de Acción Climática (CAR) en el Estado de México.....	27
Cuadro 5. Superficie apoyada con el Programa EDOMEX PROCARBONO en el Estado de México durante el periodo 2016-2023.	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Importancia de los árboles frente al CO ₂	6
---	---

I. INTRODUCCIÓN

Los bosques juegan un papel primordial en el ciclo del carbono al absorber y retener dióxido de carbono (CO₂) que es uno de los principales Gases de Efecto Invernadero (GEI); a partir del inicio de la revolución industrial en el siglo XIX, la concentración de los GEI en la atmósfera se incrementa, debido a la intensificación de las emisiones, mayoritariamente antropogénicas. Dicho incremento provocaría un aumento de la temperatura terrestre global que, previsiblemente, puede llegar a ser de 1.0 a 4.5 °C para el año 2100, en función de las tasas de emisión (Pardos, 2010).

De acuerdo con el Inventario Estatal de Emisiones de Gases Efecto Invernadero 2018, realizado por el Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático del Gobierno del Estado de México, los principales GEI son: vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), hidrofluorcarbonos (HFC) y perfluorcarbonos (PFC). (IEECC, 2020).

Los GEI son una de las principales causas del calentamiento global, y que a su vez contribuyen al cambio climático y a la pérdida de la biodiversidad que albergan los ecosistemas (Pardos, 2010).

Para mitigar los efectos de los GEI, principalmente el CO₂, los bonos de carbono son una alternativa para contribuir a este objetivo, se promueven acuerdos y los mercados de carbono, mismos que surgen a partir de los acuerdos entre naciones desarrolladas para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero de diferentes sectores productivos. En un primer momento, el Protocolo de Kioto (PK) aprobado en el año 1997, y que entró en vigor en el año 2005, buscaba comprometer a los países industrializados a limitar y reducir sus emisiones de GEI. En el año 2015, con la firma del Acuerdo de París, siendo el convenio de reducción de emisiones más aceptado y reconocido a la fecha por diferentes naciones; el cual tiene por objeto que para el año 2030, se limite el incremento de la temperatura en la superficie de la tierra por debajo de 1.5 °C, en comparación con los niveles preindustriales, involucrando a los sectores productivos, principalmente al energético y de transporte (UNFCCC, 2021). Este acuerdo ha permitido el desarrollo de mercados para la comercialización de compensaciones de dióxido de

carbono, en el cual los países, las regiones, las ciudades y las empresas, pueden participar como proveedores o consumidores de dichas compensaciones (UNDP, 2021).

Esto ha facilitado que organizaciones a nivel internacional hayan desarrollado metodologías para contabilizar las remociones de CO₂, como es el Protocolo Forestal para México de la Reserva de Acción Climática (PFM-CAR), mecanismo que tiene una amplia aceptación en México, con el objetivo de generar créditos de carbono que pudieran ser elegibles para los mercados voluntarios internacionales (CAR, 2022).

Para contribuir a lo anterior, en 2016 el Gobierno del Estado de México a través de la Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE), implemento el **Programa para la Compensación Económica por el Servicio Ambiental de Captura de Carbono** hoy EDOMÉX PROCARBONO mismo que se encuentra alineado al ODS: 13. Acción por el clima, programa a través del cual se entregan estímulos económicos a los productores forestales por el servicio ambiental captura de carbono, con el propósito de compensar a los dueños y poseedores de los recursos forestales por la captación y el almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂) que realizan los árboles y los ecosistemas.

Asimismo, diversas instituciones y organismos No Gubernamentales, “Protectora de Bosques del Estado de México, Fondo Mundial para la Naturaleza, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible y Reforestamos México” en coordinación con diversos núcleos agrarios que cuentan con bosques bajo manejo forestal y certificación FSC, desarrollan proyectos de línea base de captura de carbono, a través de los cuales los dueños y poseedores de los terrenos forestales han accedido a los beneficios de los mercados voluntarios de carbono que permiten generar esquemas de conservación activa de los recursos forestales, desarrollar labores complementarias de manejo forestal, sanidad, captación de agua, monitoreo, conservación de la biodiversidad y proyectos productivos.

Este trabajo tiene como objetivo sistematizar la experiencia y esfuerzos que realiza el Gobierno del Estado de México a través de PROBOSQUE en sus programas y proyectos de captura de carbono como estrategia de política pública para mitigar los efectos del

cambio climático y fomentar alternativas productivas amigables con el medio ambiente, que puedan servir como modelo a las Entidades Federativas del México.

II. OBJETIVOS

Analizar y documentar información de los programas y proyectos de carbono forestal que promueve el Gobierno de Estado de México a través de PROBOSQUE, y que se pueden replicar en función del potencial forestal y características propias de cada Entidad Federativa a través de las instituciones y estructuras de gobierno existentes encargadas de coordinar las políticas forestales.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Generalidades de los Gases de Efecto Invernadero (GEI).

El Protocolo de Kyoto, celebrado en el año 2005 con la participación de México y otros 140 países, es el acuerdo internacional para la reducción de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), protocolo conocido oficialmente como la Convención Marco de la Organización de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, a través del cual se prevé reducir los GEI de origen antropogénico, generados por el ser humano, tales como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el Óxido Nitroso (N₂O), Clorofluorocarburos (CFC) y compuestos perfluorados, siendo el CO₂, el principal de estos gases, que contribuye al efecto invernadero a la atmosfera, provocado por la quema de los combustibles fósiles como el carbón, petróleo y gas, entre otros empleados para la generación de energía y el transporte (UAM-Xochimilco, 2014).

De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) el aumento de la concentración CO₂ en la atmósfera es uno de los principales GEI causantes del cambio climático, provocado por la actividad del ser humano, cuyo efecto se observa de forma global, por lo cual la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), adoptó en el año 2015 la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, el cual es un plan de acción a favor de las personas, el planeta y la prosperidad y que dicha agenda plantea 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS),

con 169 metas de carácter integrado e indivisible que abarcan las esferas económica, social y ambiental (CEPAL, 2018).

Como medida global para reducir los contaminantes, se suscribió en el año 2015 el Acuerdo de París, del cual México forma parte y que fue ratificado ante la Cámara de Senadores del Congreso de la Unión de México en el mes de septiembre del año 2016. En este Acuerdo los países firmantes se comprometen a “descarbonizar” sus economías y a mantener el aumento en la temperatura global muy por debajo de los 2°C, e idealmente debajo de 1.5°C. Para ello cada país presentó Contribuciones para reducir sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (SEMARNAT, 2016).

De acuerdo a lo anterior, México se compromete a reducir un 22% sus emisiones de GEI con respecto a una línea base, y para 2030, aumentarla a 36%, esta reducción condicionada al apoyo y financiamiento internacional, metas que fueron incluidas en la reforma a la Ley General de Cambio Climático publicada en 2018 y reformada en 2022 (DOF, 2022).

Para el control de los GEI, se establecen dos procesos: Reducir en forma gradual las emisiones antropogénicas de CO₂, y crear o mejorar las reservas de carbono, a través del manejo forestal y la conservación de los ecosistemas, que contribuyen a mitigar el calentamiento global a través del almacenamiento y retención del dióxido de carbono, principalmente en la madera (Ordoñez, 2008).

3.2. Los bosques y dióxido de carbono (CO₂).

Con base al en el Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático o Panel Intergubernamental del Cambio Climático, por sus siglas en inglés IPPC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), se estima que a nivel global la cantidad de carbono presente en la biomasa viva de la vegetación es de 450 a 650 gigatoneladas (Gt), sumado a ello, los suelos de los bosques son capaces de almacenar entre 1.500 y 2.400 Gt (Rubio y Calama, 2023).

Cuando un árbol se corta y su madera es utilizada en la fabricación de muebles, elementos constructivos u otros, el carbono permanece retenido fuera de la atmósfera durante la vida útil del producto. Por el contrario, cuando un árbol se quema, el carbono

almacenado es devuelto a la atmósfera de manera casi inmediata (Rubio y Calama, 2023).

Aproximadamente un tercio de las emisiones de origen humano de CO₂ son absorbidas por los ecosistemas terrestres, principalmente por los bosques. Por lo cual, los sumideros forestales son importantes para la mitigación del cambio climático (Rubio y Calama, 2021).

El papel que desempeña la silvicultura como fuente o sumidero de Gases de Efecto Invernadero convierte al sector forestal en un actor clave con un gran potencial de mitigación del cambio climático (Rubio y Calama, 2023).

De acuerdo con el análisis de los cinco servicios ambientales de los ecosistemas forestales realizado por Forest Stewardship Council (FSC), el secuestro y almacenamiento de carbono es uno de los principales servicios que proveen (FSC, 2021). Los bosques desempeñan un papel significativo en la mitigación del cambio climático debido a su capacidad para almacenar carbono y actuar como sumidero de carbono. Estos ecosistemas ocupan 31 % de la superficie terrestre del planeta y contienen el 77 % de todo el carbono de la superficie terrestre (FAO, 2020).

Los árboles secuestran y almacenan carbono a medida que crecen, el carbono forestal se almacena en cinco tipos de reservas: (FSC, 2021).

1. Biomasa aérea
2. Biomasa subterránea
3. Suelo (carbono orgánico en el suelo)
4. Madera muerta
5. Residuos.

Por su parte BBVA a través de su área de sostenibilidad y banca responsable, huella de carbono, señala que los árboles desempeñan un rol importante en la captación de CO₂ a través del proceso de la fotosíntesis representándolo esquemáticamente como se cita en la Figura 1.

La importancia de los árboles frente al CO₂

Construyendo un futuro más verde e inclusivo



Un árbol es capaz de absorber entre **10 y 30 kilogramos de CO₂** al año.



Cuando se talan los árboles **liberan el CO₂** que almacenan.



Se necesitan **22 árboles** para compensar la demanda de oxígeno de **una persona al día**.

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE OXÍGENO EN UN ÁRBOL

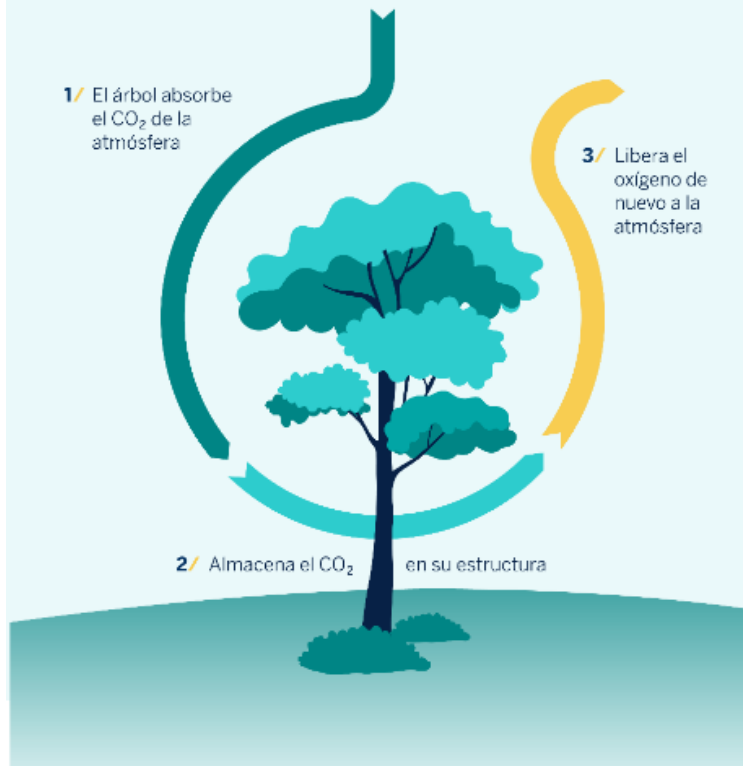


Figura 1. Importancia de los árboles frente al CO₂

Fuente: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-dioxido-de-carbono-co2-y-como-impacta-en-el-planeta/>.

La cantidad de carbono almacenada en los bosques, así como la almacenada en las diversas reservas de carbono, varía según su tipo. Por ejemplo, en los bosques boreales la mayor parte del carbono se almacena en el suelo (carbono orgánico en suelo); no obstante, en los bosques tropicales, más de la mitad del carbono se almacena como biomasa viva (biomasa aérea y subterránea) (FSC, 2021).

Las plantaciones forestales y otras actividades de manejo de los bosques (por ejemplo, áreas protegidas, tratamientos silvícolas, manejo de incendios), dan lugar al secuestro de carbono, mientras que la deforestación, los incendios y otras perturbaciones naturales o inducidas por los seres humanos (viento, plagas, enfermedades), provocan emisiones de carbono a la atmósfera. El carbono también se almacena fuera del bosque en forma de productos maderables. La producción y el uso de recursos no renovables requieren más energía y genera más emisiones de carbono que la producción y el uso de la madera, por lo que las emisiones totales se reducen mediante el uso de la madera, siempre y cuando los bosques primarios y naturales no se conviertan en bosques más jóvenes y simples (FSC, 2021).

De acuerdo con datos de la Reserva de Acción Climática por sus siglas en inglés CAR los bosques tienen la capacidad tanto para emitir como almacenar dióxido de carbono (CO₂), un gas de efecto invernadero que contribuye al cambio climático. Los árboles, a través del proceso de la fotosíntesis, absorben CO₂ de la atmósfera de una manera natural y lo almacenan como carbono en su biomasa, en el tronco, hojas, ramas y raíces (CAR, 2022).

Asimismo, el dióxido de carbono también se almacena en el suelo, en el sotobosque y en el piso forestal. Los productos de madera que se cosechan del bosque también brindan un almacenamiento de carbono a largo plazo. Los bosques funcionan como reservorios al almacenar CO₂, teniendo un efecto positivo en el cambio climático (CAR, 2021).

El intercambio de carbono entre el reservorio terrestre y el atmosférico, es el resultado de procesos naturales de la fotosíntesis y respiración, y de la emisión de gases causados por la acción humana. La captura de carbono por medio de la fotosíntesis ocurre cuando

las plantas absorben energía solar y CO₂ de la atmósfera, produciendo oxígeno e hidratos de carbono (azúcares como glucosa) que sirven de base para su crecimiento (Burbano, 2018).

Los bosques proporcionan bienes y servicios que contribuyen al bienestar de la sociedad, siendo de gran importancia en la economía y vida cotidiana, son fuente de alimentos, madera, combustible y medicinas, además de servir como sitios turísticos y de recreación, son fuentes esenciales de servicios ambientales para la recarga de los mantos acuíferos, conservación de la biodiversidad, regulación del clima y reservorios de dióxido de carbono en su biomasa forestal (FAO, 2021).

La biomasa es un importante indicador en las investigaciones de los cambios ambientales sobre alteración atmosférica a nivel mundial (FAO, 1995). Con los datos de biomasa forestal se calcula la concentración de carbono en la vegetación (50% de biomasa es carbono), por tanto, es posible hacer estimaciones sobre la cantidad de dióxido de carbono que capturan los bosques (UAM-Xochimilco, 2014).

Con los datos de biomasa y carbono forestal del estudio de factibilidad para el pago de servicios ambientales de bonos de carbono en el Estado de México, que elaboró la Universidad Autónoma Metropolitana- Xochimilco en 2014, en 50 sitios diferentes en el municipio de Villa de Allende, Estado de México, en bosques de *Abies religiosa*, *Pinus montezumae*, *Cupressus lusitánica*, *Quercus* spp, *Pinus patula*, *Pinus psuodostrobus*, se corrobora el estudio de la FAO, en donde se observa que próximamente el 50% de la biomasa es carbono, y es un factor esencial para los mercados de carbono forestal (UAM-Xochimilco, 2014).

Protocolo Forestal para México de la Reserva de Acción Climática o Climate Action Reserve (CAR).

Para la estimación de los acervos de carbono en el mundo existen diversos estándares internacionales con lineamientos para la cuantificación como se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estándares internacionales para la cuantificación de acervos de carbono.

Nombre	Desarrollado por	Fuente
Verified Carbón Standard (Verra)	ONG USA	https://verra.org/programs/verified-carbon-standard/
Gold Standard	ONG Suiza	https://www.goldstandard.org/
Climate Action Reserve (CAR)	Estado de California, USA	https://www.climateactionreserve.org/
Plan Vivo Foundation	ONG Británica	https://www.planvivo.org/

Actualmente, en México existe una amplia aceptación del Protocolo Forestal para México de la Reserva de Acción Climática CAR por sus siglas en inglés, metodología que se desarrolló con el objetivo de generar créditos de carbono elegibles para los mercados voluntarios internacionales para el registro de proyectos forestales de carbono y la certificación del incremento en el acervo de carbono que generará la infraestructura para las actividades de proyectos forestales en México (CAR, 2021).

La Reserva de Acción Climática es una organización ambientalista sin fines de lucro cuyo propósito es el registro de bonos o créditos de carbono de Norte América, que son utilizados en el mercado voluntario de carbono (CAR, 2021).

La Reserva de Acción Climática (CAR) es el registro de compensación más confiable, eficiente y experimentado para los mercados globales de carbono. CAR alienta la acción para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) al garantizar la integridad ambiental y el beneficio financiero de los proyectos de reducción de emisiones. Los créditos de compensación de carbono registrados bajo estos protocolos se emiten como Toneladas de la Reserva Climática (CRT por sus siglas en inglés) y son comercializados con muchas voluntarias en México, los EE.UU., y en todo el mundo (CAR, 2022).

La Reserva de Acción Climática establece estándares de alta calidad para proyectos de compensación de carbono, supervisa organismos independientes de verificación de terceros, emite créditos de carbono generados a partir de los proyectos de línea base de captura de carbono y realiza un seguimiento de la transacción de créditos a lo largo del tiempo en un sistema transparente y de acceso público (CAR, 2022).

De acuerdo con la Reserva de Acción Climática CAR por sus siglas en inglés, a través del manejo sustentable de los bosques y su protección, estos tienen un rol positivo y significativo para combatir el cambio climático, tienen la capacidad para secuestrar, almacenar y emitir CO₂ (CAR, 2022).

Los mercados de carbono son mecanismos económicos orientados a mitigar el cambio climático mediante la transferencia de instrumentos financieros (créditos o *offsets*) para su compensación. Los proyectos de mitigación promueven la reducción de emisiones o la remoción de Gases de Efecto Invernadero (GEI), a través de actividades orientadas a los sectores de energías renovables, eficiencia energética, manejo de residuos, agropecuario y forestal; éstos deben demostrar adicionalidad, permanencia y ser verificables. Existen estándares o protocolos para captura de carbono forestal desarrollados por organismos internacionales, que cuentan con metodologías para la cuantificación de las reducciones y/o remociones, así como el registro de los *offsets* generados y transferidos, con lo que brindan transparencia y confianza al mercado (ICICO, 2022).

Los mercados de carbono surgen a partir de los acuerdos entre naciones desarrolladas para reducir las emisiones de GEI de diferentes sectores productivos. En un primer momento, en 2005 el Protocolo de Kioto (PK) buscaba comprometer a países industrializados a limitar y reducir sus emisiones de GEI (Vázquez, 2010).

En 2015 se firma el Acuerdo de París, siendo el convenio de reducción de emisiones más aceptado y reconocido a la fecha por diferentes naciones; tiene por objetivo para el 2030, limitar el incremento de la temperatura en la superficie de la tierra por debajo de 1.5 °C, en comparación con los niveles preindustriales, involucrando a los sectores productivos, principalmente al energético y de transporte (UNFCCC, 2021).

Con estos acuerdos, se fomenta el mercado para la comercialización de compensaciones de dióxido de carbono, en el cual las empresas participan como proveedores o consumidores de dichas compensaciones (CAR, 2021). Ello ha facilitado que organizaciones a nivel mundial hayan desarrollado y publicado metodologías para estandarizar la contabilidad de las remociones netas de diferentes tipos de proyectos,

permitiendo llevar un seguimiento adecuado de la evolución y comportamiento de éstos a través del tiempo (UNFCCC, 2021).

De acuerdo a información de Climate Acción Reserve (2017), el Protocolo Forestal para México se enfoca en la acreditación de actividades que aumentan los acervos de carbono en los árboles a través del tiempo. El protocolo proporciona las reglas de elegibilidad, métodos para calcular los efectos netos de las remociones de GEI de la atmósfera derivados de actividades de secuestro de carbono de un proyecto, procedimientos para evaluar el riesgo de reversiones del carbono secuestrado (es decir, que el carbono se regrese a la atmósfera), y la propuesta para abordar el monitoreo y reporte a largo plazo. El propósito del protocolo es asegurar que las remociones de GEI causadas por los proyectos se cuantifiquen de una manera completa, consistente, transparente, precisa y conservadora, por lo tanto, se reporten a la Reserva para la emisión de créditos de carbono (llamados Tonelada de la Reserva de Acción Climática o Climate Reserve Tonnes, CRTs).

3.3. Papel del Estado de México en proyectos de carbono forestal.

Los recursos forestales que existen en México ofrecen un gran potencial a los habitantes de las regiones forestales para desarrollar actividades productivas que contribuyan a su economía y mejoren su calidad de vida. A nivel global, el país ocupa el doceavo lugar en cuanto a superficie forestal y el tercero en Latinoamérica. De acuerdo con datos de la FAO (2003), México cuenta con 64 millones de hectáreas de bosques de clima templado y selvas que abarcan el 32% del territorio nacional. Adicionalmente el país tiene 56 millones de hectáreas de matorrales y cerca de dos millones de hectáreas de vegetación hidrófila. Tales recursos, son de gran importancia para el país desde el punto de vista social, económico y ambiental, a fin de mejorar la calidad de vida de los mexicanos y atender los diferentes objetivos contenidos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que, a nivel mundial, los países, están obligados a cumplir (FAO, 2003).

Por otro lado, y según el INEGI (2021), la explotación forestal en México; representa una actividad del sector primario que consiste en aprovechar los recursos naturales maderables y no maderables, que incluye bosques, selvas y matorrales. Sin embargo, a

pesar de los mecanismos de regulación, estos bosques, en su mayoría, no solo son aprovechados de manera irregular, sino también, se encuentran vulnerables ante la presencia de disturbios sociales en esta superficie, por la inexistencia de acciones de cuidado, manejo y protección (INEGI, 2021).

El Estado de México, de acuerdo al Inventario Estatal Forestal y de Suelos 2014 (INFYS, 2014), cuenta con una superficie forestal de 1,065,366.90 ha., que equivale a 48% de la extensión total de la entidad, de la superficie forestal 130,571 hectáreas son de selva baja caducifolia y 684,970 hectáreas de bosques de clima templado frío, que proveen bienes y servicios ambientales a la sociedad, son importante reservorios de dióxido de carbono (SEMARNAT, 2015).

El Estado de México en 2018 realizó el Inventario Estatal de Emisión de Gases de Efecto Invernadero, donde se estimó que las emisiones para dicho año fueron de: 40,654.91 Gg de CO₂eq (1 Gigagramo equivalente a 1, 000 toneladas) de las cuales el sector de energía aportó 24,860.45 Gg de CO₂eq, el sector industrial aportó 6,642.41 Gg de CO₂eq, el sector agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra 2,198.73 Gg de CO₂eq y el sector de residuos 7,151.33 Gg de CO₂eq (IEECC, 2020).

En el Estado de México, PROBOSQUE y organizaciones no gubernamentales como el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible (CCMSS) y Reforestamos México, vienen realizando en la Entidad, bajo la metodología de la Reserva de Acción Climática (CAR), proyectos de línea base de captura de carbono en bosques bajo manejo y certificación forestal en las regiones de la cuenca Amanalco-Valle de Bravo, Villa del Carbón, Nevado de Toluca e Izta-Popo (Elaboración propia con información de PROBOSQUE).

A través del manejo sustentable de los bosques y su protección, estos asumen un rol positivo y significativo para combatir el cambio climático. El Protocolo Forestal para México (PFM) de la Reserva de Acción Climática se ha diseñado para incrementar la capacidad del sector forestal para secuestrar, almacenar y emitir CO₂, así como para facilitar el rol positivo que los bosques tienen en el cambio climático (CAR, 2017).

De acuerdo a información de CAR obtenida en mayo del 2023, México cuenta con 203 proyectos forestales de captura de carbono registrados y acreditados para la venta de bonos de carbono bajo el Protocolo Forestal para México (PFM) (Cuadro 2), siendo el Estado de México con el mayor número de proyectos, **36** con **229, 153** créditos de carbono de compensación por la remoción de Gases de Efecto Invernadero (medidos en toneladas de dióxido de carbono equivalente CO₂e), seguido del estado de Durango con **28** proyectos con **141, 021** créditos, le sigue el Estado de Hidalgo, **24** proyectos con **75,671** créditos, y Oaxaca, **14** proyectos con **379, 574** créditos, siendo este último el primer estado en incursionar en el mercado de venta de bonos de carbono. (Elaboración propia con información de CAR, 2023). Datos de Comunidades Indígenas y Campesinas del Estado de Oaxaca (ICICO) señalan que al 2020, con los proyectos de línea base de captura de carbono desarrollado en los últimos 20 años con comunidades y organizaciones del Estado de Oaxaca, se han removido de la atmósfera casi 240 000 toneladas de CO₂, esa cantidad de dióxido de carbono equivale a las emisiones promedio de 60, 000 mexicanos durante todo un año, ya que las emisiones *per cápita* en el país de acuerdo con datos del Banco Mundial son de casi 4 toneladas de CO₂ (ICICO, 2022).

Cuadro 2. Proyectos de captura de carbono con el Protocolo de la Reserva de Acción Climática (CAR) en México, abril de 2023.

Tipo de proyecto por estado	Número de proyectos	Créditos emitidos	Observaciones
Forestales	203	1, 396,542	
Aguascalientes	6	8,259	
Campeche	19	163,308	Reporte de 5 proyectos
Chiapas	4	Sin Reporte	
Chihuahua	13	19555	Reporte de 1 proyecto
Distrito federal	2	4,248	Reporte de 1 proyecto
Durango	28	141, 021	Reporte de 6 proyectos
Hidalgo	24	75,671	Reporte de 23 proyectos
Jalisco	8	Sin Reporte	
Michoacán	9	76,994	Reporte de 1 proyecto
Oaxaca	14	379, 574	Reporte de 11 proyectos
Puebla	2	65,552	
Querétaro	1	Sin Reporte	
Quintana roo	20	81, 641	Reporte de 5 proyectos
Estado de México	36	229, 153	Reporte de 30 proyectos
Tabasco	1	5192	
Tlaxcala	1	10,492	
Veracruz	11	59162	Reporte de 9 proyectos
Yucatán	3	13, 975	
Tota general	203	1, 396,542	

Fuente: Programa de Compensación Voluntaria "proyectos registrados en la Reserva de Acción Climática".
<https://www.climateactionreserve.org/es/?s=>
[https://thereserve2.apx.com/myModule/rpt/myrpt.asp;](https://thereserve2.apx.com/myModule/rpt/myrpt.asp)
<https://thereserve2.apx.com/myModule/rpt/myrpt.asp?r=111> (Consultado el 29 de mayo de 2023).

El Gobierno del Estado de México, en el marco del Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2017-2023, del Programa de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de México 2005-2025 y del Código para la Biodiversidad del Estado de México, a través de PROBOSQUE, como instancia encargada de coordinar las políticas y programas forestales, promueve estrategias y acciones para contribuir a reducir las emisiones de GEI e incrementar los almacenes de carbono, a través del programa EDMÉX PROCARBONO y Proyectos de Línea Base de Captura de Carbono (PROBOSQUE, 2022).

PROBOSQUE promueve desde 2016 el Programa para la compensación Económica por el Servicio Ambiental de Captura de Carbono (EDMÉX PROCARBONO) realizando la compensación a los productores forestales por el servicio ambiental de captura de carbono. Este programa tiene como propósito compensar a los dueños y poseedores de los recursos forestales para mantener o incrementar el almacenamiento de carbono en los árboles de plantaciones forestales con fines maderables y reforestaciones (PROBOSQUE, 2023).

A través del Programa se realiza la entrega de estímulos económicos y asistencia técnica a los productores para que ejecuten acciones de manejo, protección y conservación de terrenos con cubierta de plantaciones forestales con fines maderables y reforestaciones, de al menos cuatro años de establecidas, considerando superficies de mínimo una y hasta 200 hectáreas, por la captación y el almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂) que realizan los árboles, para garantizar la estabilización de las concentraciones atmosféricas de GEI, la generación de oxígeno y su contribución a la mitigación del Cambio Climático (PROBOSQUE, 2023).

En ejidos y comunidades se promueven proyectos de línea base de captura de carbono forestales, que cuentan con bosques bajo manejo forestal y certificación FSC que, a través del mercado voluntario de venta de bonos de carbono, coadyuvan al desarrollo sustentable de la Entidad y a la búsqueda de alternativas productivas con los dueños y poseedores de los recursos forestales que contribuyan a la mitigación del cambio climático (Elaboración propia con información de PROBOSQUE).

La línea de base de cualquier proyecto forestal registrado con la Reserva es validada por 30 años esto significa que el Proyecto Forestal registrado será elegible para recibir CRTs por remociones de GEI cuantificadas bajo este protocolo; así mismo, verificadas por un organismo verificador aprobado por la Reserva, por un periodo de 30 años después de la fecha de inicio del proyecto (CAR, 2022).

Con base a en estudios realizados por PROBOSQUE, “Estimación de la línea base de Captura de Carbono en Biomasa Aérea en 2019”, el aprovechamiento en bosques activos con manejo forestal sustentable, se estima que existe mayor captura de carbono (hasta 12 % más en algunos casos), que un bosque pasivo y sin manejo forestal, como los bosques de conservación. Esto debido a que los árboles, a través del proceso de fotosíntesis, absorben CO₂ de la atmósfera de una manera natural y lo almacenan como carbono en su biomasa, por ejemplo, en el tronco, hojas, ramas y raíces. El carbono también se almacena en el suelo, así como en las plantas del sotobosque y en la hojarasca. Los productos de madera que se cosechan también brindan un almacenamiento de carbono a largo plazo. Es así que los ecosistemas funcionan como reservorios al almacenar CO₂ (PROBOSQUE, 2022).

3.4. Instrumentos de políticas públicas en material forestal en las entidades federativas de México.

Con base en la información de Benítez y Ortiz (2022), publicada en la Revista en Investigación Agropecuaria. Volumen 26, Enero-Diciembre 2022 de la Universidad de Colima, se identificaron diferentes instrumentos de políticas públicas, dependencias encargadas e instrumentos de apoyos para el sector forestal, que se indican en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Instrumentos de políticas públicas en materia forestal en las entidades federativas de México ¹.

Entidad	Instrumentos de política pública	Dependencia encargada	Instrumentos de apoyos
Aguascalientes	Ley de Fomento para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Aguascalientes.	Secretaría de Sustentabilidad, Medio Ambiente y Agua • Dirección General de Ecosistemas y Biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> • Donación de plantas de ornato y árboles. • Actividades de educación ambiental y cultura forestal.
Baja California	Ley Forestal Sustentable para el Estado de Baja California.	Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable • Dirección de Recursos Naturales.	<ul style="list-style-type: none"> • Donación de plantas. • Actividades de prevención y combate de incendios forestales.
Baja California Sur	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Baja California Sur.	Secretaría de Turismo y Economía. • Dirección de Fomento Forestal	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de impacto ambiental.
Campeche	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Campeche.	Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climático. • Dirección Forestal y Desarrollo Sustentable.	<ul style="list-style-type: none"> • Cuidado de las áreas naturales protegidas estatales y áreas destinadas voluntariamente a la conservación. • Aprovechamiento sustentable de los recursos naturales • Actividades de educación ambiental.
Coahuila de Zaragoza	Ley Forestal Sustentable del Estado de Coahuila.	Secretaría de Medio Ambiente de la Entidad. • Subsecretaría de Recursos Naturales.	<ul style="list-style-type: none"> • Donación de planta. • Venta de semilla.

Entidad	Instrumentos de política pública	Dependencia encargada	Instrumentos de apoyos
Colima	Ley para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Colima.	Instituto para el Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Colima.	<ul style="list-style-type: none"> • Permiso para las podas, derribo o trasplante de arbolado. • Actividades de educación ambiental. • Jornadas de reforestación. • Fideicomiso del Fondo Ambiental.
Chiapas	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Chiapas.	Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural, <ul style="list-style-type: none"> • Dirección de Producción y Desarrollo Forestal 	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría técnica a productores con plantaciones forestales y programas de manejo. • Asesoría técnica para restauración forestal y manejo de microcuencas. • Donación de planta forestal. • Eventos de capacitación de cultura forestal.
Chihuahua	Ley de Fomento para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Chihuahua.	Secretaría de Desarrollo Rural. <ul style="list-style-type: none"> • Dirección de Desarrollo Rural. 	<ul style="list-style-type: none"> • Donación de árboles. • Programa Presupuestario Programas para el Desarrollo Forestal Sustentable. • Programa Estatal Para el Desarrollo de Productores Agropecuarios, Agroindustriales y Forestales.
Ciudad de México	Ley Ambiental del Distrito Federal Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo	Secretaría de Medio Ambiente <ul style="list-style-type: none"> • Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural 	<ul style="list-style-type: none"> • Donación de plantas y composta • Emisión de permisos para poda y derribo de árboles y ramas en vía pública. • Venta de planta.

Entidad	Instrumentos de política pública	Dependencia encargada	Instrumentos de apoyos
	Sustentable de la Ciudad de México.		<ul style="list-style-type: none"> • Reforestación urbana y restauración ecológica. • Saneamiento de bosques. • Programa de Conservación Ambiental.
Durango	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Durango.	Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente <ul style="list-style-type: none"> • Dirección de Desarrollo Forestal 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de proyectos de investigación, prevención y combate de plagas y enfermedades forestales. • Donación de planta para reforestaciones.
Guanajuato	Ley de Desarrollo Forestal sustentable para el Estado y los Municipios de Guanajuato.	Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial <ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Restauración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios de biodiversidad. • Concurso de fotografía.
Guerrero	Ley Número 488 de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Guerrero. <ul style="list-style-type: none"> • Instituto de Investigación Forestal 	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales <ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Restauración y Fomento Forestal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de proyectos productivos. • Asistencia técnica.
Hidalgo	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Hidalgo.	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, <ul style="list-style-type: none"> • Dirección General de Recursos Naturales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Donación de planta forestal para reforestación. • Combate de incendios forestales.

Entidad	Instrumentos de política pública	Dependencia encargada	Instrumentos de apoyos
Jalisco	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado De Jalisco.	Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial <ul style="list-style-type: none"> • Dirección Ejecutiva de Recursos Naturales. Fideicomiso para la Administración del Programa de Desarrollo Forestal del Estado de Jalisco (FIPRODEFO),	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría técnica, capacitación y consultoría a productores forestales. • Programa Estatal de Manejo del Fuego • Sanidad forestal. • Mecanismos locales de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos • Programa de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Jalisco, para el otorgamiento de apoyos económicos a los productores forestales.
Michoacán de Ocampo	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Michoacán de Ocampo.	Secretaría de Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Territorial <ul style="list-style-type: none"> • Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM). 	<ul style="list-style-type: none"> • Asesoría técnica para el fomento de la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. • Asesoría y apoyo para saneamiento de áreas forestales. • Capacitación sobre incendios forestales. • Atención a solicitudes de conservación y restauración de suelos forestales. • Mapas temáticos, fotografías aéreas e imágenes de satélite. • Inscripción de auditores técnicos forestales.

Entidad	Instrumentos de política pública	Dependencia encargada	Instrumentos de apoyos
			<ul style="list-style-type: none"> • Inscripción, revalidación anual de la inscripción y modificación de los Programas de Manejo Forestal. • Inscripción de prestadores de servicios forestales.
Estado de México	<p>Código para la Biodiversidad del Estado de México.</p> <p>Fideicomiso para el Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos del Estado de México (FIPASAHEM).</p>	<p>Secretaría del Campo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE). 	<ul style="list-style-type: none"> • Programas con estímulos económicos: Reforestando EDOMÉX, Plantaciones Forestales Comerciales - Reconversión Productiva, EDOMÉX PROCARBONO, Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos del Estado de México y EDOMEX Manejo Forestal Sustentable. • Proyectos de Línea Base de Captura de Carbono Forestal • Autorizaciones para el aprovechamiento de recursos forestales. • Expedición de notificación de saneamiento forestal. • Maquinaria para acondicionamiento de suelos. • Brigadas de manejo del fuego con equipo en 9 Regiones Forestales. • Donación de planta.

Entidad	Instrumentos de política pública	Dependencia encargada	Instrumentos de apoyos
			<ul style="list-style-type: none"> Asistencia técnica a los productores.
Morelos	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Morelos.	Secretaría de Desarrollo Sustentable <ul style="list-style-type: none"> Dirección General de Gestión Ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> Donación y adopción de árboles, Reforestación. Prevención de incendios. Actividades de educación ambiental.
Nayarit	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Nayarit.	Secretaría del Medio Ambiente. <ul style="list-style-type: none"> Comisión Forestal de Nayarit (COFONAY). 	<ul style="list-style-type: none"> Asesoría en manejo del fuego y manejo forestal. Capacitación forestal.
Nuevo León	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Nuevo León.	Secretaría de Desarrollo Regional y Agropecuario	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo para la creación de huertos urbanos. Instalación de espacios verdes en la ciudad (en zonas de estacionamiento o techos de edificios altos). Apoyos Económicos y Asesorías para el Fomento Forestal, para acceder al Programa Apoyos para el Desarrollo Forestal Sustentable de la CONAFOR.
Oaxaca	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Oaxaca.	Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Pesca y Acuicultura, <ul style="list-style-type: none"> Comisión Estatal Forestal, 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo para el control y combate de incendios forestales. Proyectos para modernización y mantenimiento de la infraestructura productiva y restauración forestal.

Entidad	Instrumentos de política pública	Dependencia encargada	Instrumentos de apoyos
Puebla	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Puebla. <ul style="list-style-type: none"> Fondo de Desarrollo Forestal 	Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial <ul style="list-style-type: none"> Dirección de Gestión de Recursos Naturales y Biodiversidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo de donación de planta forestal para reforestaciones Atención y combate de incendios forestales. Educación ambiental.
Querétaro	Ley Forestal Sustentable del Estado de Querétaro. <ul style="list-style-type: none"> Servicio Estatal Forestal 	Secretaría de Desarrollo Agropecuario, <ul style="list-style-type: none"> Departamento Forestal. 	<ul style="list-style-type: none"> Donación de plantas (Reforestación participativa). Programa de Fomento al Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca. Fideicomiso de garantía para proyectos productivos.
Quintana Roo	Ley Forestal del Estado de Quintana Roo.	Secretaría de Ecología y Medio Ambiente <ul style="list-style-type: none"> Dirección de Protección y Fomento Forestal. Dirección de Manejo y Productividad Forestal, 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo del Programa Estatal de Manejo del Fuego.
San Luis Potosí	Ley de Fomento para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de San Luis Potosí. <ul style="list-style-type: none"> Sistema Estatal de Coordinación Forestal 	Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Recursos Hidráulicos. <ul style="list-style-type: none"> Dirección General Forestal y Vida Silvestre. 	No refleja

Entidad	Instrumentos de política pública	Dependencia encargada	Instrumentos de apoyos
Sinaloa	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Sinaloa.	Secretaría de Desarrollo Sustentable. <ul style="list-style-type: none"> Dirección Forestal, 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo de reforestación. Actividades de educación ambiental. Conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y de agua dulce. Pago por Servicios Ambientales en Concurrencia con el Gobierno Federal.
Sonora	Ley de Fomento para el Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Sonora. <ul style="list-style-type: none"> Servicio Estatal Forestal 	Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora, <ul style="list-style-type: none"> Dirección General de Programas de Mejoramiento Ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> Donación de plantas para reforestación. Educación ambiental.
Tabasco	Ley Forestal del Estado de Tabasco.	Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca <ul style="list-style-type: none"> Comisión Estatal Forestal (COMESFOR). 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo de producción de planta en vivero. Promoción de las plantaciones forestales.
Tamaulipas	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Tamaulipas. <ul style="list-style-type: none"> Servicio Estatal Forestal 	Secretaría de Desarrollo Rural, <ul style="list-style-type: none"> Dirección de Fomento Forestal, 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo del Programa Presupuestario S109 Programa Forestal Tamaulipas. Componentes: I. Conservación y restauración forestal y Componente.

Entidad	Instrumentos de política pública	Dependencia encargada	Instrumentos de apoyos
			<p>II. Silvicultura, abasto y transformación, que otorga apoyo económico y Componentes.</p> <p>III. Reforestemos Tamaulipas.</p> <p>IV. Cultura Forestal, que brinda apoyo en especie.</p>
Tlaxcala	<p>Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Tlaxcala.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Servicio Estatal Forestal 	<p>Secretaría de Medio Ambiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coordinación General de Ecología. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo producción de planta • Donación de árboles. • Actividades de educación ambiental • Programa de empleo temporal para la conservación de los recursos naturales.
Veracruz de Ignacio de la Llave	<p>Ley de Desarrollo Forestal Sustentable para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Servicio Estatal Forestal 	<p>Secretaría de Medio Ambiente, Forestal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dirección General de Desarrollo Forestal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo de plantas para reforestar zonas urbanas, suburbanas y rurales con especies nativas. • Aprovechamiento de manera sustentable y racional de los árboles que se encuentren en Terrenos Diversos a lo Forestal. • Actividades de prevención de incendios forestales, • Actividades de educación ambiental.
Yucatán	<p>Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Yucatán.</p>	<p>Secretaría de Desarrollo Sustentable.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dirección de Gestión y Conservación de los Recursos Naturales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo de producción de planta con fines de reforestación. • Otorgamiento de plantas nativas • Certificación de escuelas sustentables.

Entidad	Instrumentos de política pública	Dependencia encargada	Instrumentos de apoyos
Zacatecas	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Zacatecas. <ul style="list-style-type: none"> Servicio Estatal Forestal 	Secretaría del Campo. <ul style="list-style-type: none"> Subsecretaría para la Conservación de Suelos y Agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Apoyo de reforestación, conservación, producción, distribución y mantenimiento de planta en viveros forestales Mejoramiento del uso del suelo y agua, en el sector agropecuario.

¹ Fuente: Benítez y Ortíz (2022). Artículo “Políticas públicas en el sector forestal de México por entidad federativa: análisis y perspectivas. Revista en Investigación Agropecuaria. Volumen 26, Enero-Diciembre 2022. Universidad de Colima. <http://ww.ucol.mx/revaia/pdf/2022/enero/14.pdf>. (Consultado el 19 de abril de 2023).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A través del método sistémico, se analizaron programas y proyectos que promueve el Gobierno del Estado de México a través de PROBOSQUE, para comprender la situación de las estrategias y acciones que se realizan en el sector forestal de la Entidad. La investigación se realizó a través de la consulta de medios electrónicos e impresos (páginas oficiales, informes, publicaciones y documentos), esto con el propósito de obtener información relevante de cada uno de las estrategias y acciones que promueve PROBOSQUE en sus programas y proyectos de carbono forestal para mitigar los efectos por el cambio climático.

La información obtenida se sistematizo para identificar los proyectos de captura de carbono en México y por Entidad bajo el Protocolo de la Reserva de Acción Climática por sus siglas en ingles CAR, conocer las políticas, instrumentos normativos y programas forestales de los estados del país, para comprender la situación de las políticas públicas forestales del Estado de México con el resto de las entidades del país.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN GENERAL

5.1. Resultados

Proyectos de captura de carbono forestal.

Cuadro 4. Proyectos de captura de carbono en bosques bajo manejo forestal y créditos de compensación acreditados por la Reserva de Acción Climática (CAR) en el Estado de México.

No. de Registro	Nombre del proyecto	Tipo de proyecto	Créditos de compensación registrados
CAR1547	Bienes Comunales San Pedro Ecatzingo	Forestal	7515
CAR1546	Bienes Comunales Santa Isabel Chalma	Forestal	3425
CAR1553	Bienes Comunales Santiago Cuautenco	Forestal	6012
CAR1587	Bonos de Carbono-San José del Rincón-Mariposa Monarca-Concepción del Monte	Forestal	Sin registro
CAR1588	Bonos de Carbono-San José del Rincón-Mariposa Monarca-Ejido Las Rosas	Forestal	Sin registro
CAR1589	Bonos de Carbono-San José del Rincón-Mariposa Monarca-Ejido Los Lobos	Forestal	Sin registro
CAR1590	Bonos de Carbono-San José del Rincón-Mariposa Monarca-Ejido Rosa de Palo Amarillo	Forestal	Sin registro
CAR1591	Bonos de Carbono-San José del Rincón-Mariposa Monarca-Ejido San Felipe de Jesús	Forestal	Sin registro
CAR1325	Captura de Carbono Forestal Ejido San Lucas	Forestal	9946
CAR1453	Captura de carbono forestal en el Ejido Rincón de Guadalupe	Forestal	3225
CAR1522	Captura de carbono forestal en el ejido Amanalco de Becerra	Forestal	3063
CAR1529	Captura de carbono forestal en el ejido Capilla Vieja	Forestal	352
CAR1446	Captura de carbono forestal en el Ejido Corral de Piedra	Forestal	3252
CAR1448	Captura de carbono forestal en el Ejido El Capulín	Forestal	8206
CAR1454	Captura de carbono forestal en el Ejido El Potrero	Forestal	5295
CAR1528	Captura de carbono forestal en el ejido La Candelaria	Forestal	209
CAR1526	Captura de carbono forestal en el ejido Nuevo San Juan Atezcapan	Forestal	522

No. de Registro	Nombre del proyecto	Tipo de proyecto	Créditos de compensación registrados
CAR1521	Captura de carbono forestal en el ejido San Francisco Oxtotilpan	Forestal	14459
CAR1450	Captura de carbono forestal en el Ejido San Jerónimo	Forestal	6637
CAR1451	Captura de carbono forestal en el Ejido San Juan	Forestal	3270
CAR1452	Captura de carbono forestal en el Ejido San Mateo	Forestal	654
CAR1527	Captura de carbono forestal en el ejido San Miguel Sultepec	Forestal	558
CAR1523	Captura de carbono forestal en el ejido San Miguel Tenex-tepec	Forestal	3197
CAR1445	Captura de carbono forestal en la Comunidad de Rincón de Guadalupe	Forestal	953
CAR1447	Captura de carbono forestal en la comunidad de San Miguel Tenex-tepec	Forestal	1519
CAR1449	Captura de carbono forestal en la comunidad de Santa María y sus Barrios	Forestal	7569
CAR1635	Captura de carbono forestal en los Bienes Comunales de San Francisco Oxtotilpan	Forestal	Sin registro
CAR1524	Captura de carbono forestal en los Bienes Comunales de San Miguel Ixtapan	Forestal	2587
CAR1525	Captura de carbono forestal en los Bienes Comunales de San Miguel Xoltepec	Forestal	1119
CAR1333	Captura de Carbono San Bartolo O2	Forestal	14806
CAR1548	Ejido San Antonio de la Rinconada o Tlal-tecahuacan	Forestal	1700
CAR1552	Ejido San Martín Cuautlalpan	Forestal	14251
CAR1551	Ejido Tlalmanalco	Forestal	19916
CAR1377	Proyecto de Captura de Carbono Forestal en Bienes Comunales de Santiago Tlacotepec	Forestal	2045
CAR1388	San Jerónimo ZacapexCO2 - Bienes Comunales	Forestal	46295
CAR1387	San Jerónimo ZacapexCO2 - Ejido	Forestal	36596

Como resultado de los proyectos de línea base de captura de carbono que se desarrollan por diferentes empresas consultoras acreditadas por la Reserva de Acción Climática

(CAR): Bioforestal Innovación Sustentable S.C., Integradora de Comunidades Indígenas y Campesinas de Oaxaca A.C (ICICO), Territorios Rurales Sostenibles AC., Dirección General de Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de Toluca y Alberto Ramírez”, el Estado de México cuenta con el mayor número de proyectos de línea base de captura de carbono forestal a nivel nacional con 36 proyectos, ubicando a la Entidad como la segunda del país en contar con el mayor número de créditos reconocidos por la Reserva de Acción Climática (CAR), con 229,153 créditos de carbono de compensación por la remoción de Gases de Efecto Invernadero, que los núcleos agrarios propietarios de los bosques bajo manejo forestal acreditados por CAR, ofrecen al mercado voluntario de carbono (Un crédito o bono de carbono es una unidad que representa una tonelada de CO₂ equivalente absorbida o evitada en la atmósfera). (Cuadro 4) (CAR, 2023).

El Gobierno del Estado de México a través de PROBOSQUE en alianza con Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), promueven el desarrollo de proyectos de Línea Base de Captura de Carbono con Núcleos agrarios que cuentan con bosques bajo manejo forestal y certificación FSC. De acuerdo con datos de PROBOSQUE (2021), el Estado de México, cuenta con una superficie de 305,000 hectáreas con potencial maderable, de las cuales, 240,000 están bajo manejo forestal, superficie que tiene potencial para proyectos de línea base de captura de carbono en beneficio directo de los dueños y poseedores de los recursos forestales y la sociedad en su conjunto por los bienes y servicios ambientales que proveen.

El primer proyecto en el Estado de México bajo el protocolo de la Reserva de Acción Climática (CAR), fue en 2018 con el del Ejido San Bartolo, Municipio de Amanalco, por parte de Integradora de Comunidades Indígenas y Campesinas de Oaxaca (ICICO) A.C. y un segundo proyecto en el Ejido San Jerónimo Zacapexco y Bienes Comunales de San Gerónimo Zacapexco, Municipio de Villa del Carbón, Estado de México.

A finales de 2019 la Reserva de Acción Climática (CAR) emitió los primeros créditos de carbono al mercado voluntario de carbono, del Ejido San Bartolo, Amanalco, siendo los primeros casos en el Estado de México, teniendo entre otros, los siguientes beneficios: Protección de la superficie forestal y disminución del cambio de uso del suelo en áreas

forestales, generar recursos económicos a los beneficiarios para mejorar su calidad de vida, fortalecen las actividades de manejo forestal en los predios y mantener e incrementar otros servicios ambientales como la recarga de mantos acuíferos, evitar la erosión de los suelos y la protección de la biodiversidad.

Posteriormente, en 2020 y 2021, la Reserva de Acción Climática (CAR) emitió de estos predios, créditos de bonos de carbono para su comercialización en el mercado voluntario a nivel internacional, mismos que fueron comercializados en marzo de 2021.

A finales del 2022 cinco ejidos del municipio de San José del Rincón del Estado de México (Concepción del Monte, Las Rosas, Los Lobos, Rosa de Palo Amarillo y San Felipe de Jesús), ingresan al desarrollo de un proyecto agregado de captura de carbono para mercados voluntarios en bosques bajo manejo y certificación del buen manejo bajo los estándares Forest Stewardship Council por sus siglas en inglés FSC, proyecto que cuentan con el registro de la Reserva de Acción Climática (CAR1587, CAR1588, CAR1589, CAR1590, CAR1591), y en 2023 están en proceso la acreditación por CAR de los créditos de carbono forestal, para su venta en el mercado voluntario.

A través de estos esfuerzos, con la metodología del Protocolo Forestal para México de la Reserva de Acción Climática, se ha determinado la Línea de Base de Captura de Carbono, con base a informe de Integradora de Comunidades Indígenas y Campesinas de Oaxaca A.C (ICICO), 2022 en promedio los bosques capturan en promedio **5.616 toneladas de CO₂ e por hectárea al año**, lo que permite una estimación del potencial de remoción de emisiones de CO₂, contribuyendo a la mitigación de los efectos de los GEI al cambio climático. Asimismo, permite que los dueños y poseedores de los bosques accedan a los beneficios de los mercados voluntarios de carbono, que, expresados en dividendos económicos, generar esquemas de conservación activa de los recursos naturales, a través de labores complementarias de manejo forestal mejorado, sanidad, captación de agua, monitoreo y conservación de la biodiversidad. Asimismo, promueve alternativas productivas, generando empleo y mejorando las condiciones de vida y los ingresos de las familias rurales al interior de los núcleos agrarios. Algunas de las

empresas que han adquirido los créditos de carbonos en el Estado de México son Yaax Group- Soluciones Ambientales y Cool Effect.

Programa de compensación por captura de carbono.

El Estado de México, es la única Entidad Federativa que cuenta como un instrumento de política pública en materia forestal con el Programa para la compensación Económica por el Servicio Ambiental de Captura de Carbono “EDOMEX PROCARBONO”, el cual tiene como propósito compensar a los dueños o poseedores de terrenos con plantaciones forestales con fines maderables o con reforestaciones igual o mayor a cuatro años de establecidas, por la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono que realizan los árboles, considerando superficie mínima de 1 hectáreas y máximo 200 hectáreas, a través de compensar a los productores forestales con la entrega de estímulo económico y asesoría técnica, que les permitan realizar actividades de manejo, protección y conservación (Benítez y Ortiz, 2022).

Mediante el programa EDOMÉX PROCARBONO se contribuye a la reducción de emisiones de Gas de Efecto Invernadero (GEI) apoyando con \$1,500.00 por hectárea a los titulares de plantaciones forestales con fines maderables y reforestaciones mayor o igual a cuatro años de establecidas, para realizar actividades de protección y conservación forestal para incrementar la captación de CO₂, así como el monitoreo de carbono en los árboles, Densidad arbolada mínima de 60% en zonas templadas y del 50% en zonas semiáridas y selvas bajas, con una superficie mínima de una hasta 200 ha, dicho programa contribuye y evita la emisión de 1,458,542 toneladas de CO₂ e a la atmosfera.

Como resultado del compromiso del Gobierno del Estado de México para incrementar los reservorios de CO₂, con los dueños y poseedores de los terrenos forestales con plantaciones y reforestaciones establecidas, el programa se ha venido operando anualmente desde 2016, año de creación del programa, como se indica en el cuadro 5 (PROBOSQUE, 2023).

Cuadro 5. Superficie apoyada con el Programa EDOMEX PROCARBONO en el Estado de México durante el periodo 2016-2023.

Año	Superficie (ha)
2016	2,720.0
2017	3,413.0
2018	4,510.0
2019	5,043.0
2020	6,000.0
2021	6,000.0
2022	6,200.0
2023	6,200.0

5.2. Discusión

Los bosques juegan un papel primordial con el secuestro y almacenamiento dióxido de carbono (CO₂), que es uno de los principales servicios que proveen.

Para enfrentar los retos nacionales y globales ambientales que contribuyan a la mitigación de los efectos del cambio climático a través del manejo sustentable de los bosques y el desarrollo de alternativas productivas en las entidades de México, se requiere de la participación de las instituciones de gobierno, de la sociedad en su conjunto y del sector privado.

En México, cada una de las 32 entidades con que cuenta el país, poseen superficie y potencial forestal, para desarrollar proyectos de captura de carbono e incentivar a los dueños y poseedores de los recursos forestales para aprovechar de manera sustentable sus bosques y diversificar las actividades productivas de este sector, que mejoren las condiciones de vida de la población que vive y depende de estas áreas mediante el aprovechamiento sustentable de los bosques.

Aun cuando cada entidad en el territorio nacional cuenta con las atribuciones en su marco normativo estatal forestal y en sus planes estatales, para fomentar el desarrollo del sector forestal, su papel en este sector es limitado.

Lo anterior, como resultado de la falta de políticas públicas y programas con incentivos que coadyuven al desarrollo del sector forestal, incentiven a los dueños y poseedores de los recursos forestales para aprovechar de manera sustentable sus bosques y diversificar

las actividades productivas de este sector, que mejoren las condiciones de vida de la población que depende de este sector y contribuyan a mitigar los efectos del cambio climático.

Si bien, cada una de las entidades poseen instrumentos jurídicos y de planeación en materia forestal, y cuentan con potencial forestal, existen las condiciones para instrumentar programas y proyectos que permitan coadyuvar al desarrollo social, económico y ambiental, no todas las entidades cuentan con programas y proyectos con incentivos a través de los cuales se promuevan alternativas productivas en el sector, que contribuyan a fortalecer el bienestar de los productores forestales y sus familias, y a mitigar el cambio climático.

El Gobierno del Estado de México a través de la Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE) como estrategia de política pública para mitigar los efectos del cambio climático e incentivar a los productores forestales por el servicio ambiental captura de carbono forestal, promueven el programa EDOMEX PROCARBONO y los proyectos de línea base de captura de carbono forestal, a través de los cuales se compensan a los dueños y poseedores de bosques bajo manejo y propietarios de predios con plantaciones forestales con fines maderables y con reforestaciones igual o mayor a cuatro años de establecidas, por la disminución de CO₂ uno de los principales Gases de Efecto Invernadero (GEI), con estos instrumentos los dueños de bosques han accedido a los beneficios de los mercados voluntarios de carbono y realizar actividades de manejo, protección y conservación de sus áreas forestales.

Siendo la única Entidad del país en contar con estos instrumentos de políticas públicas que se pueden replicar en función del potencial forestal y características propias de cada entidad a través de las instituciones y estructuras de gobierno ya existentes encargadas de coordinar las políticas forestales estatales.

Considerando esta valiosa experiencia del Estado de México, se recomienda que la Protectora de Bosque del Estado de México (PROBOSQUE), a través de una estrategia de vinculación con las autoridades estatales y difusión en medios impresos de a conocer las políticas públicas forestales estatal que se promueven para mitigar los efectos del

cambio climático y estas se puedan adoptar por parte de los gobiernos estatales de las entidades del país.

VI. CONCLUSIONES

Si se considera que una tercera parte del territorio de México está cubierta por bosques y selvas, el país tiene un amplio potencial para que los bonos de carbono sean usados como palanca de financiamiento de proyectos de restauración o conservación de los bosques. Es imperante que el sector forestal sea un promotor de reducciones de emisiones que permitan dar cumplimiento a esquemas de mitigación ambiental.

El Estado de México cuenta con una superficie forestal de 1,065,366.9 hectáreas de las cuales 305,000 hectáreas, son potenciales para desarrollar el manejo forestal sustentable, de estas están bajo manejo forestal, 240 mil hectáreas que son potenciales para incorporarse en el proceso de certificación FSC y el desarrollo de proyectos de línea base de captura de carbono y venta de bonos de carbono.

Los proyectos de captura de carbono forestal son una estrategia que contribuye a la captura de GEI y con ello a mitigar los efectos provocados por el cambio climático, por la capacidad que tienen los ecosistemas forestales para almacenar y ser reservorios de CO₂.

En el estudio de caso abordado en este trabajo, el Estado de México el Gobierno del Estado a través de PROBOSQUE con el Programa EDOMEX PROCARBONO y Proyectos de Línea Base de Captura de Carbono en el periodo 2016-2022, se incide en la captura de carbono, datos de PROBOSQUE señalan que con estas dos acciones de política pública se contribuye y evita la emisión de 1,687,695 toneladas de CO₂ e que se han dejado de emitir a la atmosfera.

Los proyectos de línea base de captura de carbono forestal, representan una alternativa productiva y económica en los núcleos agrarios con bosques bajo manejo. Así podemos citar el caso de Bienes Comunales de San Gerónimo Zacapexco y el Ejido San Jeronimo Zacapexco, ambos del municipio de Villa del Carbón, que son dos de los primeros núcleos agrarios en el Estado de México, en donde se desarrollan proyectos de línea

base de captura de carbono en donde con base a la inversión realizada y resultados obtenidos, por cada \$ 1.00 invertido se obtiene \$ 2.66 pesos.

Aun con los resultados obtenidos con el Programa EDOMEX PROCARBONO y proyectos de Línea Base de Captura de Carbono; se requiere incrementar el incentivo económico de PROCARBONO por hectárea apoyada a los dueños y poseedores de las plantaciones y reforestaciones forestales, siendo una alternativa las aportaciones que se realizan en el Programa de Verificación Vehicular. Asimismo, fortalecer las alianzas por parte de PROBOSQUE con organismos internacionales, el sector industrial e industria automotriz, que permita detonar nuevos proyectos de línea base de captura de carbono con los núcleos agrarios que cuentan con bosques bajo manejo, y ampliar el papel del Estado de México en el mercado voluntario de venta de bonos de carbono.

VII. LITERATURA CITADA

Benítez M. G., Ortíz Z. L.B. (2022). Revista en Investigación Agropecuaria Volumen 26 Enero-Diciembre 2022, Universidad de Colima. Colima, Colima. <http://ww.ucol.mx/revaia/pdf/2022/enero/14.pdf>. (Consultado el 19 de abril de 2023).

Burbano O., H. (2018). El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. Revista de Ciencias Agrícolas Volumen 34(1):82-96. Universidad de Nariño Pasto, Colombia,

CAR (2023). Programa de Compensación Voluntaria “proyectos registrados en la Reserva de Acción Climática”. Los Ángeles CA. <https://www.climateactionreserve.org/es/?s=>

<https://thereserve2.apx.com/myModule/rpt/myrpt.asp?r=111> (Consultado el 13 de abril de 2023).

CAR (2022). Protocolo Forestal para México Versión 3.0. Climate Action Reserve. Los Ángeles CA. <https://www.climateactionreserve.org/>; <https://www.climateactionreserve.org/es/how/protocols/> (Consultado el 7 de mayo de 2023).

CAR (2021). Protocolo Forestal para México Versión 2.0. Climate Action Reserve. Los Ángeles CA. <https://www.climateactionreserve.org/>. (Consultado el 7 de mayo de 2023).

CAR (2017). Protocolo Forestal para México Versión 1.5. Climate Action Reserve. Los Ángeles, CA. <https://www.climateactionreserve.org/wp->

- <content/uploads/2017/09/Mexico-Forest-Protocol-V1.5-Espanol.pdf>. (Consultado el 15 de abril de 2023).
- CEPAL (2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf (Consultado el 15 de abril de 2023).
- DOF (2022). Ley General de Cambio Climático, nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Ciudad de México.
- FAO (2021). Los bosques para la salud y el bienestar de los seres humanos - Fortalecimiento del nexo entre los bosques, la salud y la nutrición. Documento de trabajo forestal N.º 18. Roma. <https://doi.org/10.4060/cb1468es>
- FAO y PNUMA (2020). El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>
- FAO (2003). Caracterización del sector forestal. <https://www.fao.org/3/j2215s/j2215s06.htm>.
- FAO (1995). Secuestro de Carbono en bosques, su papel en el ciclo global. <https://www.fao.org/3/Y4435S/y4435s09.htm>
- FSC (2021). Guía para la demostración de impactos en los servicios del ecosistema. Forest Stewardship Council.
- Gutiérrez, F., (2014). Bonos de Carbono un incentivo ambiental. Revista Real Estate Market & Lifestyle <https://realestatemarket.com.mx/capital-markets/14623-bonos-de-carbono-un-incentivo-ambiental>. (Consultado el 6 de mayo de 2022).
- IEECC (2020). Inventario Estatal de Emisiones de Gases Efecto Invernadero 2018. Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático. Secretaría de Medio Ambiente. Gobierno del Estado de México. Metepec, Estado de México.
- ICICO (2022). Proyecto agregado de captura de carbono forestal en cinco ejidos del municipio de San José del Rincón, Estado de México. Integradora de Comunidades Indígenas y Campesinas de Oaxaca, A.C. (ICICO AC). San José del Rincón, Estado de México.
- INEGI (2021). Explotación forestal. <https://cuentame.inegi.org.mx/economia/primarias/forestal/default.aspx?tema=e> (Consultado el 15 abril de 2023).
- SEMARNAT. (2015). Inventario Estatal Forestal y de Suelos Estado de México 2014. Delegación Tlalpan, Distrito Federal.

- Rubio S. A., Calama S. R. (2023). El papel de los bosques como sumideros de carbono. Revista National Geographic. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/papel-bosques-como-sumideros-carbono-2_16715 (Consultado el 20 de marzo de 2023).
- Rubio S. A., Calama S. R. (2021). El papel de los bosques como sumideros de carbono. Revista Portal Ambiental. <https://www.portalambiental.com.mx/sabias-que/20210317/el-papel-de-los-bosques-como-sumideros-de-carbono> (Consultado el 20 de marzo de 2023).
- Ordóñez Díaz, J. A. B., (2008). Cómo entender el manejo forestal, la captura de carbono y el pago de servicios ambientales. Revista Ciencias, Núm. 90, abril-junio, 2008, pp. 37-42. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Pardos, J. A., (2010). Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria Ministerio de Ciencia e Innovación. Madrid, España.
- PROBOSQUE (2023). Reglas de Operación del programa de desarrollo social EDOMÉX PROCARBONO. Protectora de Bosques del Estado de México. Metepec, Estado de México. <https://probosque.edomex.gob.mx/sites/probosque.edomex.gob.mx/files/files/convocatorias/2023/Procarbono/reglasOperacionEdomexProcarbono2023.pdf> (Consultado el 19 de abril de 2023).
- PROBOSQUE (2022). Programa EDOMEX PROCARBONO. Protectora de Bosques del Estado de México. Metepec, Estado de México <http://probosque.edomex.gob.mx/procarbono>. (Consultado el 29 de septiembre de 2022).
- PROBOSQUE (2021). Diagnóstico de necesidades para el proyecto de aprovechamiento forestal maderable. Departamento de Estudios de Manejo Integral Forestal. Protectora de Bosques del Estado de México. Metepec, Estado de México.
- PROBOSQUE (2019). EDOMEX PROCARBONO. Metepec, Estado de México. <http://probosque.edomex.gob.mx/procarbono>. (Consultado el 29 de septiembre de 2022).
- PROBOSQUE (2015). Programa de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de México 2005-2030. Protectora de Bosques del Estado de México. Metepec, Estado de México.
- Rubio. A y Calama R. (2021). El papel de los bosques como sumideros de carbono. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/papel-bosques-como-sumideros-carbono-2_16715. (Consultado el 29 de mayo de 2022).

UAM (2014). Estudio de factibilidad para el pago de servicios ambientales de bonos de carbono en el Estado de México. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. México. D.F.

PNUD (2021). Carbon Markets. Estados Unidos. United Nations Development Program <https://www.sdfinance.undp.org/content/sdfinance/en/home/solutions/carbon-markets.html> (consultado el 27 de septiembre de 2022).

UNFCCC (2021). What is the Kyoto Protocol?, versión en español. Estados Unidos. United Nations Framework Convention on Climate Change https://unfccc.int/es/kyoto_protocol (Consultado el 28 de septiembre de 2021).

Vázquez O., A. (2010). Mercado de Carbono: Análisis del mercado internacional y su implementación en México (carestías jurídicas), una propuesta para su inmersión. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.



Foto. Gaudencio Benítez. (2022) Parque ecoturístico “Bosques Esmeralda”. Ejido Emiliano Zapata. Amecameca. Estado de México.