

La perspectiva de los sistemas agroforestales como una alternativa a la degradación ambiental en México

The perspective of agroforest systems as an alternative to environmental degradation in Mexico

Recepción del artículo: 23/05/2024 • Aceptación para publicación: 11/06/2024 • Publicación: 01/09/2024

● <https://doi.org/10.32870/e-cucba.vi23.365>

Pablo Marroquin-Morales

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4266-1136>

Romeo de Jesús Barrios-Calderón*

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8025-6369>

Dorian de Jesús Pimienta-de la-Torre

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0313-818X>

Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agrícolas. Huehuetán, Chiapas, México.

Henry Sánchez-Toruño

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5617-534X>

William Montero-Flores

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9567-2525>

Universidad Nacional. Instituto de Investigación y Servicios Forestales. Heredia, Costa Rica.

Juan Carlos Guzmán-Santiago

Colegio de Postgraduados en Ciencias Forestales. Campus Montecillo. Texcoco, Estado de México, México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0130-2564>

Bernardo López-López

Universidad Intercultural del Estado de Guerrero. La Ciénega, Malinaltepec. Guerrero, México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4639-1145>

*Autor para correspondencia:

romeo.barrios@unach.mx

Resumen

Algunas actividades agropecuarias contribuyen al deterioro de los recursos naturales, por lo que se deben tomar acciones para conservarlos. Las prácticas agroforestales permiten regular las actividades agropecuarias y contribuyen en la conservación de los recursos naturales, además mitigan la emisión de los gases de efecto invernadero. El objetivo del trabajo fue documentar información referente a los Sistemas Agroforestales (SAF) como una alternativa viable para hacer frente a la degradación ambiental en México. Se realizó una búsqueda de artículos científicos, notas técnicas, documentos de divulgación, informes técnicos de evaluación y libros, a través de buscadores científicos. Los sistemas agroforestales más utilizados en México son los simultáneos y cercas vivas. El establecimiento de un sistema agroforestal depende de las características ecológicas y de las necesidades de los productores en cada región. No obstante, la adopción de estos sistemas proporciona beneficios sociales, económicos y ambientales. La sociedad actual requiere de bienes y servicios ecosistémicos para subsistir, por ello se debe considerar los sistemas agroforestales como una alternativa para restaurar áreas degradadas y mantener siempre la cobertura y productividad del suelo en diferentes entornos regionales del país.

Palabras clave: Agroforestería, conservación, recursos naturales.

Abstract

Some agricultural activities contribute to the deterioration of natural resources, so actions must be taken to conserve them. Agroforestry practices allow the regulation of agricultural activities and contribute to the conservation of natural resources, and also mitigate the emission of greenhouse gases. The objective of the work was to document information regarding Agroforestry Systems (SAF) as a viable alternative to address environmental degradation in Mexico. A search was carried out for scientific articles, technical notes, dissemination documents, technical evaluation reports and books, through scientific search engines. The most used agroforestry systems in Mexico are simultaneous and live fences. The establishment of an agroforestry system depends on the ecological characteristics and the needs of producers in each region. However, the adoption of these systems provides social, economic and environmental benefits. Today's society requires ecosystem goods and services to survive, which is why agroforestry systems should be considered as an alternative to restore degraded areas and always maintain soil coverage and productivity in different regional environments of the country.

Keywords: Agroforestry, conservation, natural resources.

Introducción

El suelo es afectado principalmente por las actividades agropecuarias permitiendo el deterioro de la calidad de los servicios ambientales, en base a ello aumenta la degradación y pérdida de cobertura vegetal; un suelo deteriorado afecta el crecimiento de vegetación por ausencia de materia orgánica y nutrientes (SEMARNAT, 2015). Sin embargo, para reducir la degradación de los suelos es necesario tomar acciones efectivas que sean sustentables donde se favorezca la seguridad alimentaria a través de prácticas agroforestales (CONAFOR, 2018). Los sistemas agroforestales (SAF) se definen como la combinación de cultivos agrícolas con árboles frutales o maderables, donde hay una interacción entre ellos y el ser humano resulta beneficiado (ONF, 2013). Los SAF mejoran la fertilidad del suelo, restauran tierras degradadas y evitan la erosión del suelo, propiciando un suelo más productivo y sustentable (SADER, 2020).

Los SAF se clasifican en secuenciales, simultáneos, cercas vivas y cortinas rompevientos (Montagnini *et al.*, 1992; Nair, 1997). Los principales SAF aplicados en México son los simultáneos y se distribuyen principalmente en el sur del país; México tiene superficie potencial significativa para desarrollar prácticas agroforestales (CONAFOR, 2014), sin embargo, para establecer un SAF se deben considerar las características ecológicas, las necesidades de los productores y la adopción de estos (Navarro *et al.*, 2012; ONF, 2013). Las zonas agroecológicas juegan un rol importante en las prácticas agroforestales, permitiendo la distribución, extensión y adopción de los SAF; a pesar de las diversas culturas que existen en las distintas regiones de México, los SAF son similares debido a las condiciones ecológicas que se presentan en el lugar (Pérez y Geissert, 2006).

Actualmente, México cuenta con un proyecto denominado “Sembrando vida”, el cual consiste en la recuperación de los recursos naturales a través de la implementación de parcelas productivas con SAF, garantizando las necesidades básicas de las familias mexicanas (CONEVAL, 2020). Los SAF son una alternativa para que las personas puedan adoptarlos debido a los diversos beneficios que proporcionan como la conservación y el manejo sustentable de los recursos naturales. Por esta razón, la presente revisión bibliográfica tiene como objetivo documentar información referente a los Sistemas Agroforestales (SAF) como una alternativa viable para hacer frente a la degradación ambiental en México.

Materiales y métodos

Se realizó una revisión bibliográfica referente al impulso

de los SAF en México. La búsqueda de información se desarrolló a través de la revisión de artículos científicos, notas técnicas, documentos de divulgación, informes técnicos de evaluación, libros y páginas institucionales. Para ello, se recurrió a buscadores como Google académico, Índices de revistas (Scielo y Redalyc, Latindex), repositorios digitales y bases de datos bibliográficas especializadas de editoriales como Elsevier, Springer y el apoyo de bibliotecas institucionales (Guzmán *et al.*, 2020). Con el fin de sintetizar y enriquecer la información obtenida, se seleccionaron algunos documentos de relevancia para presentarlos en este documento a través de tablas y figuras, con el fin de obtener una mejor ilustración del contenido.

Resultados y discusión

La degradación ambiental en México

La degradación ambiental se relaciona con los procesos de tala de árboles, sobrepastoreo, aumento de la urbanización y actividades agropecuarias (Pérez *et al.*, 2019) permitiendo la disminución de los recursos naturales y la capacidad de producir bienes y servicios (FAO, 2024). Las principales causas de la degradación ambiental están relacionadas con las actividades agropecuarias, deforestación, sobrepastoreo y crecimiento urbano (CONABIO, 2016; Pérez *et al.*, 2019). En México, las principales causas de degradación del suelo son las actividades agropecuarias (35 %) (SEMARNAT, 2008), adicionalmente, el 76 % de la superficie de México presenta algún grado de erosión en el suelo (Bolaños *et al.*, 2016). En la actualidad se continúa degradando los recursos naturales para satisfacer las necesidades básicas de los seres humanos, por lo tanto, la producción agrícola y pecuaria en el futuro cercano se estima que seguirá en constante aumento; ante ello, una de las formas de contribuir a la demanda alimenticia sin agotar los recursos naturales es a través de los SAF, y como una forma de uso y manejo del suelo para la conservación de los recursos naturales permiten mayor capacidad de resiliencia ante los impactos adversos del cambio climático y generando sinergia entre las acciones de adaptación y mitigación (Murthy *et al.*, 2013). La adopción de los SAF permite restaurar áreas degradadas, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar las condiciones de vida de los productores (Casanova *et al.*, 2016).

Definición de los sistemas agroforestales

Los sistemas agroforestales o agroforestería tienen varias definiciones que van en función al uso múltiple de los suelos. En el año 1977 se propone la palabra agroforestería

definiéndose como un sistema de manejo de tierras, donde se asocia los cultivos agrícolas con árboles frutales o maderables, con el fin de incrementar la diversidad y producción total (Bene *et al.*, 1977; Solorio *et al.*, 2010). Sin embargo, Montagnini *et al.* (1992) define los SAF como el manejo de los recursos naturales, donde se integran especies leñosas con cultivos agrícolas o animales en una misma superficie de manera simultánea o temporal. Sotomayor (2008) señala que los SAF son la relación entre la naturaleza y las actividades del ser humano, utilizando el suelo de manera múltiple y satisfaciendo las necesidades básicas del productor. Por su parte, Somarriba (2018) menciona que un SAF debe satisfacer tres condiciones básicas: la primera condición es que al menos dos especies interactúan biológicamente, la segunda condición es que al menos una especie es leñosa perenne y la última condición es que el dueño de la tierra satisface sus objetivos al manejar los recursos.

Clasificación de los SAF

La clasificación de los SAF se categoriza en tres grandes grupos: SAF secuenciales, SAF simultáneos, cercas vivas y cortinas rompevientos. A continuación, se describe cada uno de ellos: i) los sistemas agroforestales secuenciales se presentan cuando las especies están parcialmente divididas en el tiempo, abarcan la agricultura migratoria y el sistema Taungya; ii) los sistemas agroforestales simultáneos dan lugar a la asociación de árboles, cultivos o animales que crecen y se encuentran en una misma unidad de terreno, como por ejemplo los árboles en asociación con cultivos anuales y perennes, la milpa intercalada entre árboles frutales (MIAF), los huertos caseros mixtos y el sistema agrosilvopastoril; iii) las cercas vivas y cortinas rompevientos constituyen el tercer grupo de clasificación de los SAF, las cercas vivas se refieren a transectos de árboles o arbustos que se plantan en los espacios externos o internos de una propiedad, en cambio, las cortinas rompevientos son líneas de árboles cuyo principal objetivo es disminuir la velocidad del viento de manera que protegen a los cultivos y animales (Montagnini *et al.*, 1992; Nair, 1997). La silvoentomología es considerado un SAF especial, debido a la asociación de los insectos con algunas particularidades de un árbol, ejemplo la relación que presenta las abejas con la floración de los árboles (Ferrere *et al.*, 2020).

Sistemas agroforestales en México

En 1977 en Quintana Roo México, algunos investigadores empezaron a realizar estudios en sistemas agrosilvícolas sostenida por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (actual nombre, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) (Chavelas, 1979). En ese mismo año Wilken (1977)

describió algunos trabajos de árboles asociados a la agricultura, en los estados de Oaxaca y Puebla el cultivo fue el maíz, mientras que para Chiapas y Veracruz fue el café. Budowski (1987), menciona que en México se ha implementado el sistema de cercas vivas, utilizando especies como *Gliricidia sepium*, *Bursera simaruba* y *Jatropha curcas*. En 1981 en Campeche y Quintana Roo se realizó el primer curso sobre técnicas agroforestales tradicionales organizado por el CATIE, pero fue hasta el año de 1989 cuando se organizó el primer simposio agroforestal en Linares, Nuevo León, donde participaron técnicos, profesionales, académicos e investigadores, compartiendo investigaciones del tema agroforestal (UANL, 1989).

Los sistemas más utilizados en México son los huertos familiares, barbechos mejorados, cercos vivos, árboles de sombra con cultivos agrícolas, silvopastoril, cortinas rompevientos, cultivo y pastizales en callejones (Romo *et al.*, 2012). Los principales SAF por regiones en México se ilustra en la Figura 1. México tiene áreas potenciales para adoptar los SAF y mantener los recursos naturales (Sáenz *et al.*, 2019).

La superficie potencial para los sistemas agroforestales maderables es de 3, 980, 000 hectáreas (ha) para los cultivos agroindustriales de café y cacao es de 3, 379, 856 ha (CONAFOR, 2014), aunque en el 2022 México registró una superficie plantada de 755, 135 ha en 14 estados de la República Mexicana (SIACON, 2022); en ganadería México cuenta con 109.8 millones de ha, ubicándolo en el 11° productor a nivel mundial (SIAP, 2018). Las cifras mencionadas anteriormente nos indican que México puede ser un país que contribuya a la conservación de los recursos a través de la implementación de los diversos SAF.

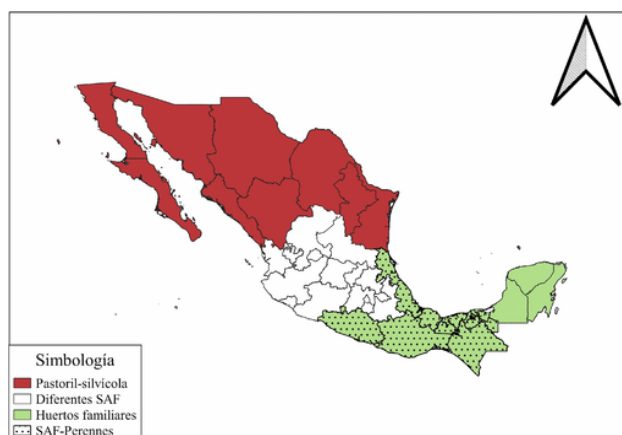


Figura 1. Distribución de los principales sistemas agroforestales.

Temática en los sistemas agroforestales

En México existen diversos temas de investigación en los SAF por el uso potencial de cada una de las regiones. Los temas más investigados en los SAF están mayormente

relacionados con los ámbitos ecológico, económico y social, a través de artículos científicos, libros, folletos técnicos, tesis de licenciatura y posgrado, entre otros, donde investigadores desarrollan investigaciones en dependencias gubernamentales y educativas (CONAFOR, 2020), aunque algunos temas son pocos estudiados y por lo tanto se tiene poca información como es el tema de comercialización de productos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Temas investigados en los sistemas agroforestales (CONAFOR, 2020).

Temas agroforestales	Temas estudiados	Temas poco estudiados
• Caracterización ecológica	❖	
• Manejo de los SAF	❖	
• socioeconomía	❖	
• Captura de carbono	❖	
• Las formas de propagación		❖
• Estudios de mercado y comercialización nacional e internacional		❖

Proyectos establecidos de SAF en México

En México hay diversos proyectos en relación a los SAF, uno de los principales sistemas son los silvopastoriles, donde BIOPASOS ejecutó un proyecto en tres regiones de México el cual promueve la conservación de la biodiversidad a través de prácticas agrosilvopastoriles climáticamente inteligentes en paisajes sometidos por la ganadería, cuyo propósito es fortalecer las capacidades de los productores ganaderos a través de prácticas agrosilvopastoriles con el fin de responder los problemas de deforestación y pérdida de biodiversidad (BIOPASOS, 2017). Otra institución gubernamental que ha destinado recursos económicos con proyectos relacionados en plantaciones maderables en SAF es la CONAFOR, a través de subsidios (CONAFOR, 2023). Así mismo hay instituciones o dependencias no gubernamentales que promueven las practicas agroforestales ante el cambio

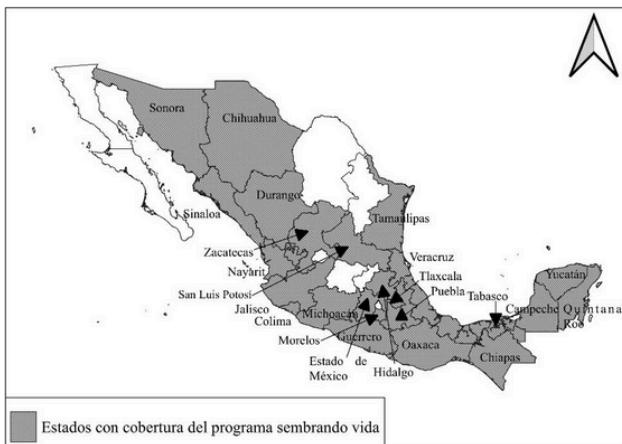


Figura 2. Estados beneficiados del programa sembrando vida.

climático a través de proyectos internacionales. Actualmente, existe un programa nacional llamado Sembrando vida, cuyo objetivo es disminuir la degradación ambiental a través de los SAF, y se basa en los SAF de árboles maderables y frutales, y el sistema MIAF (CONEVAL, 2020). El programa se ha extendido en 24 estados de la república mexicana (Figura 2) donde la meta es establecer una superficie total de 1, 139, 372.5 ha (Sembrando vida, 2024).

Consideraciones al establecer un sistema agroforestal

Para establecer un SAF es necesario conocer las necesidades que tienen los productores y las características ecológicas y productivas de los terrenos, a partir de ello, se eligen los objetivos del productor, las características del sitio, las condiciones socioeconómicas (mano de obra y superficie total), los factores ambientales y las especies a utilizar, así como su densidad de siembra (Cuadro 2), sin embargo, no hay una receta aplicable para establecer un SAF, siendo necesario que el productor lo adopte (ONF, 2013).

Cuadro 1. Temas investigados en los sistemas agroforestales (CONAFOR, 2020).

Sistema de producción	Espaciamento sugerido (m)
Plantaciones	3 - 4 x 3 - 4
Árboles en asocio con cultivos perennes	6 - 9 x 6 - 9 (raleo) o 10 - 12 x 10 - 12 (sin raleo)
Cercas vivas	2 - 6
Cortinas rompevientos	1 - 2.5
Silvopastoril	10 - 15 x 10 - 15

En el programa sembrando vida se establecen especies nativas o apropiadas de cada región o zona geográfica para asegurar el éxito de estas, las especies plantadas son de gran importancia para los pobladores. Las especies son maderables, frutales, agroindustriales y especias, estas son producidas por los sembradores (Cuadro 3).

Cuadro 3. Especies utilizadas para plantar en el programa sembrando vida (Secretaría de bienestar, 2021).

Nombre común	Nombre científico
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
Cedro rojo	<i>Cedrela odorata</i> L.
Hule	<i>Hevea brasiliensis</i> Muell Arg.
Mango	<i>Mangifera indica</i>
Guanábana	<i>Annona muricata</i>
Limón	<i>Citrus spp.</i>
Zapote	<i>Pouteria sapota</i>
Achiote	<i>Bixa orellana</i>
plátano	<i>Musa paradisiaca</i>
Café	<i>Coffe arabica</i> L.
Cacao	<i>Tehobroma cacao</i>
Agave	<i>Agave spp.</i>
Nopal	<i>Opuntia spp.</i>
Pimienta	<i>Pimenta dioica</i>
Canela	<i>Cinnamomum verum</i>

Beneficios de los sistemas agroforestales

Los diferentes SAF proporcionan diversos beneficios, cuya finalidad es conservar la biodiversidad, el agua, el suelo, la materia orgánica, el reciclaje de nutrientes, entre otros. Estos proporcionan una gran variedad de productos como: madera, leña, forraje y frutos, siendo un impulso económico al productor (ONF, 2013; SEMARNAT, 2019). Sin embargo, hay que resaltar que los SAF brindan beneficios a corto, mediano y largo plazo (Soto y Jiménez, 2018), por ello es importante planear antes de establecerse en campo.

Conservación de los recursos naturales a través de los sistemas agroforestales

Las prácticas agroforestales ayudan a conservar las riquezas naturales, reconociendo la participación del productor dentro de los SAF (Moreno *et al.*, 2021). Los SAF en zonas áridas son capaces de mantener entre el 50 y 90 % de la riqueza de especies de plantas en áreas silvestres (Moreno y Casas, 2008). Adicionalmente, se ha reportado que los SAF perennes presentan una alta diversidad en la composición de especies, eso conlleva a conservar y mantener la diversidad de estas (Navarro *et al.*, 2012; Suarez *et al.*, 2019). Además, puede haber especies que están catalogadas dentro de la NOM-59 en la categoría de amenazadas (García *et al.*, 2015), siendo que los SAF sean relevantes al conservar especies en un área determinada. En los sistemas silvopastoriles, los árboles juegan un papel fundamental, debido a que conservan los suelos a través de su cobertura y así mismo proyectan sombra a los animales (Canizales *et al.*, 2019).

El papel económico de los sistemas agroforestales

Los productores son beneficiados al tener cualquier SAF en sus tierras, debido a que proporcionan diversos productos que contribuyen a la economía del productor. Estos tienen un potencial para retornar los ingresos económicos a través de alimento, leña, postes, forraje, madera, productos forestales no maderables, entre otros (Singh *et al.*, 2021). El desempeño económico en la agrosilvicultura, incluyendo los servicios económicos es mayor que en un monocultivo agrícola, permitiendo una alta rentabilidad para los productores (Kay *et al.*, 2019). Al respecto, Molgaard *et al.* (2020) evaluaron la gama de productos agrícolas en cinco SAF reportando un 36 y 100 % de más productividad en comparación con los monocultivos. En el sur de México, los SAF de café y cacao son fundamentales para satisfacer las necesidades económicas de la familia, ya que su economía depende totalmente de estos sistemas.

Por otra parte, en los sistemas silvopastoriles (SSP) se obtiene una relación beneficio-coste, donde el productor

obtiene ganancias económicas, pudiendo ganar aproximadamente un peso por cada peso invertido (Cuevas *et al.*, 2020; Romo *et al.*, 2012). Además, que incrementan la producción de carne (0.42 a 1.10 kg animal por día) y leche por unidad de área (Barragán *et al.*, 2016; López *et al.*, 2017). Actualmente en México el programa sembrando vida brinda un apoyo económico al propietario o poseedor de una superficie de 2.5 ha, siendo estas destinadas para el desarrollo de SAF (CONEVAL, 2020), lo cual contribuye al crecimiento económico de la familia.

Los sistemas agroforestales como alternativa al cambio climático

La adopción de los SAF contribuye a disminuir los gases de efecto invernadero, siendo estos sistemas un gran potencial de sumideros de carbono, mediante la capturas de carbono aéreo y del suelo (Atangana *et al.*, 2014; Casanova *et al.*, 2016). Un SAF puede almacenar de 0.29 a 15.21 Mg ha⁻¹ de carbono (C) al año de manera aérea, sin embargo, a un metro de profundidad del suelo estiman de 30 a 300 Mg C ha⁻¹. Así mismo el suelo registra más carbono debajo del dosel de árboles que en un área sin cobertura arbórea (Takimoto *et al.*, 2008; Ramachandran *et al.*, 2010).

En la Figura 3 se ilustra que cada SAF presenta diferencias respecto a su captura de carbono (en un SAF de cacao se secuestran 75 Mg C ha⁻¹), así mismo, en Tabasco se ha reportado 51.35 Mg C ha⁻¹ (Salvador *et al.*, 2019; Salvador *et al.*, 2020). En un SAF de café en Veracruz, el sistema captura 64.3 Mg C ha⁻¹ (Hernández *et al.*, 2012), mientras que en un sistema de café-plátano en laderas almacena 25.21 Mg C ha⁻¹ (Ruiz *et al.*, 2022).

Los huertos familiares tienen un rol importante en la mitigación del cambio climático, estos pueden capturar 29.17 Mg C ha⁻¹ (Dar *et al.*, 2019). Por ejemplo, un huerto familiar en Tabasco, México reporta una captura de 28.16 Mg C ha⁻¹ (Van der Wal *et al.*, 2011), mientras que los huertos asociados con plátanos pueden capturar de 0.68 Mg C ha⁻¹ (Alcudia *et al.*, 2019). Así mismo, los sistemas silvopastoriles (SSP) en Veracruz, reportan 2.86 Mg C ha⁻¹ (Torres *et al.*, 2011), en contraste con Nuevo León, almacena 7.3 Mg C ha⁻¹ (Telles *et al.*, 2020). Igualmente, las cercas vivas capturan 5.77 Mg C ha⁻¹ (Hassán *et al.*, 2017).

Generalmente los SAF capturan de 12 a 228 Mg C ha⁻¹ (Albrecht y Kandji, 2003). La variación de carbono en los diversos SAF, se debe a la edad, composición de especies y la densidad (Soto y Jiménez, 2018), por lo que los SAF son considerados un arma de lucha contra el cambio climático (Rijal, 2019).

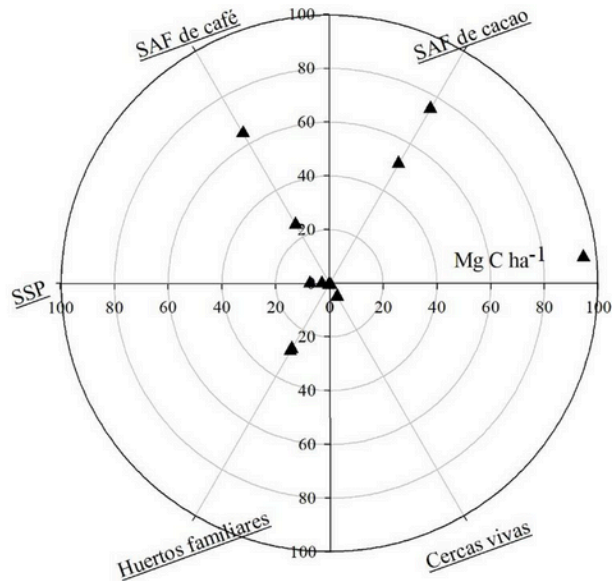


Figura 3. Carbono almacenado en diferentes sistemas agroforestales.

Conclusiones

La sociedad no solo requiere de alimentos para subsistir, sino también de bienes y servicios que son proporcionados por los ecosistemas. Los sistemas agroforestales se consideran una oportunidad para apoyar el mantenimiento de los recursos naturales y restaurar las áreas degradadas, debido a que mantienen la cobertura y productividad del suelo. Es pertinente, que a nivel gubernamental se puedan implementar programas o subsidios para mantener las prácticas agroforestales, y ello, pudiera ser mediante pagos por servicios ambientales (PSA), particularmente los pagos por créditos de carbono y así contribuir con los mecanismos de adaptación y mitigación del cambio climático. Uno de los principales SAF que se adapta y que puede representar un elemento de seguridad alimentaria para la población de escasos recursos económicos tanto en el medio rural como urbano y semi urbano es el huerto familiar.

Literatura citada

- Albrecht, A. y Kandji, S. T. (2003). Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 99, 15–27. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00138-5](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00138-5)
- Alcudia, A. A., Martínez, Z. P., Hans, V. Der W., Castillo, U. M. M. y Suárez, S. J. (2019). Allometric estimation of the biomass of *Musa* spp. in homegardens of Tabasco, Mexico. *Tropical and subtropical Agroecosystems*, 22, 143-152. <https://doi.org/10.56369/tsaes.2557>
- Atangana, A., Khasa, D., Chang, S. y Degrande, A. (2014). Carbon Sequestration in Agroforestry Systems. En: *Tropical Agroforestry*, Springer, Dordrecht, 1–373. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7723-1_10
- Barragán, H. W., Mahecha, L. L. y Cajas, G. Y. (2016). Efecto de sistemas silvopastoriles en la producción y composición de la leche bajo condiciones del valle medio del río sinú, Colombia. *Revista Colombiana De Ciencia Animal – RECIA*, 8(2), 187–196. <https://doi.org/10.24188/recia.v8.n2.2016.186>
- Bene, J. G., Beall, H. W. y Côté, A. 1977. Trees, food, and people: land management in the tropics. Ottawa. IDCR. 1-52. <http://hdl.handle.net/10625/930>
- Biodiversidad y Paisajes Ganaderos Agrosilvopastoriles Sostenibles [BIOPASOS]. (2017). <https://www.biopasos.com/>
- Bolaños, G. M. A., Paz, P. F., Cruz, G. C. O., Argumedo, E. J. A., Romero, B. V. M. y de la Cruz, C. J. C (2016). Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. *Terra Latinoamericana*, 34, 271-288. <https://www.terralatinoamericana.org.mx/index.php/terralatinoamericana/issue/view/15/5>
- Budowski, G. (1987). The development of agroforestry in Central America. En *Agroforestry: A decade of development*. Stepler, H. A. y Nair, P. K. R. (eds.), 69-99. ICRAF, Nairobi, Kenya.
- Canizales, V. P. A., Aguirre, C. O. A., Alanís, R. E., Rubio, C. E. y Mora, O. A. (2019). Caracterización estructural de una comunidad arbórea de un sistema silvopastoril en una zona de transición florística de Nuevo León. *Madera y Bosque*, 25(2), 1–14. <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2521749>
- Casanova, L. F., Ramírez, A. L., Parsons, D., Caamal, M. A., Piñeiro, V. A. T. y Díaz, E. V. (2016). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales tropicales. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 22(3), 269-284. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2015.06.029>
- Chavelas, P. J. (1979). Módulo de uso múltiple del suelo en regiones tropicales (Agrosilvicultura). *Ciencia Forestal en México*, 4(19), 14.
- Comisión Nacional Forestal [CONAFOR]. (2014). Sistemas agroforestales Maderables en México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/126296/Sistemas_agroforestales_maderables_en_Mexico.pdf
- Comisión Nacional Forestal [CONAFOR]. (2018). Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales. 5 edición. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/20/1310Manual%20de%20Conservacion%20de%20Suelos%20.pdf>
- Comisión Nacional Forestal [CONAFOR]. (2020). Sistemas Agroforestales Maderables en México. Coordinación General de Producción y productividad Gerencia de Plantaciones Forestales Comerciales. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/557057/Sistemas_Agroforestales_Maderables_en_Mexico_1.pdf
- Comisión Nacional Forestal [CONAFOR]. (2023). Estadísticas de apoyos para el desarrollo forestal sustentable a nivel estatal. <https://snif.cnf.gob.mx/programas-y-apoyos/>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. [CONABIO]. (2016). Comisión intersecretarial del Gobierno de México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social [CONEVAL]. (2020). Avances y Retos del Programa Sembrando Vida. https://www.coneval.org.mx/SalaPrensa/Comunicados_prensa/Documents/2020/COMUNICADO_11_PROGRAMA_SEMBRANDO_VIDA.pdf
- Cuevas, R. V., Reyes, J. J. E., Borja, B. M., Loaiza, M. A., Sánchez, T. B. I., Moreno, G. T. y Rosales, N. C. (2020). Evaluación financiera y económica de un sistema silvopastoril intensivo bajo riego. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(62), 89-110. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i62.759>
- Dar, D. M. U., Qaisar, N. K., Masoodi, H. T., Mughal, H. A. y Khan, A. P. (2019). Biomass production and carbon stock potential under home gardens of Kashmir Himaliya. *Journal of Plant Development Sciences*, 11(5), 265-271. <https://jpd.s.co.in/wp-content/uploads/2020/09/02.-Mehraj-Din-1583.pdf>
- Ferrere, P., Signorelli, A. y Cabrini, S. (2020). Análisis productivo y económico de sistemas silvo-apícola pastoriles en el norte de la provincia de Buenos aires. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 46(1), 108-115. <https://www.redalyc.org/journal/864/86463754012/html/>

- García, M. L. E., Valdez, H. J. I., Luna, C. M. y López, M. R. (2015). Estructura y diversidad arbórea en sistemas agroforestales de café en la sierra de Atoyac, Veracruz. *Madera y Bosques*, 21(3), 69–82. <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21n3/v21n3a5.pdf>
- Guzmán, S. J. C., Aguirre, C. O. A. y Vargas, L. B. (2020). Técnicas de estimación del volumen forestal con especial énfasis en los trópicos. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 26(2), 291-306. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2019.07.061>
- Hassán, J., Espinosa, T. J. y Ríos, L. (2017). Fijación de carbono en cercas vivas de fincas ganaderas de la cuenca del río la villa. *Ciencia agropecuaria*, 21, 14–27. <http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/cienciaagropecuaria/article/view/19/12>
- Hernández, V. E., Campos, Á. G. V., Enríquez, del V. J. R., Rodríguez, O. G. y Velasco, V. V. A. (2012). Captura de carbono por Inga jinicuil Schtdl: En un sistema agroforestal de café bajo sombra. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 3(9), 11-21. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v3i9.536>
- Kay, S., Graves, A., Palma, H. N. J., Moreno, G., Roces, D. J. V., Aviron, S., Chouvardas, D., Crous, D. J., Ferreira, D. N., García de J. S., Macicasan, V., Mosquera, L. M. R., Pantera, A., Santiago, F. J. J., Szerencsits, E., Torralba, M., Burgess, J. P. y Herzog, F. (2019). Agroforestry is paying off – Economic evaluation of ecosystem services in European landscapes with and without agroforestry systems. *Ecosystem Services*, 36, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100896>
- López, V. O., Sánchez, S. T., Iglesias, G. J. M., Lamela, L. L., Soca, P. M., Arece, G. J. y Milera, R. M. de la C. (2017). Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical. *Pastos y Forrajes*, 40(2), 83-95. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942017000200001&lng=es&tlng=es
- Montagnini, F., Prevetti, L., Thrupp, L. A., Beer, J., Borel, R., Budowski, G., Espinoza, L., Heuveldop, J., Reiche, C., Russo, R., Salazar, R., Alfaro, M., Rojas, Is., Berstch, F., Fernández, E., González, M., Alvim, R., Shahe, D. M. d. y Nichols, D. (1992). *Sistemas agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos, Organización para Estudios Tropicales - OET-, San José, Costa Rica*. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/1689>
- Moreno, C. A. I. y Casas, A. (2008). *Conservación de biodiversidad y sustentabilidad en sistemas agroforestales de zonas áridas del valle de Tehuacán, México*. <http://www.lamolina.edu.pe/zonasaridas/za12/pdf/art%2001ZA12.pdf>
- Moreno, C. A. I., Soto, P. M. L., Cariño, O. M. M., Palma, G. J. M., Moctezuma, P. S., Rosales, A. J. J., Montañez, E. P. I., Sosa, F. V. de J., Ruenes, M. del R. y López, M. W. (2021). *Los sistemas agroforestales de México: Avances, experiencias, acciones y temas emergentes*. <https://goo.su/8bSnpT>
- Murthy, K. I., Gupta. M., Tomar. S., Munsli. M., Tiwari, R. Hegde. T. G. y Ravindranath, H. N. (2013). Potencial de secuestro de carbono de los sistemas agroforestales en la India. *Revista de Ciencias de la tierra y cambio climático*, 4(131), 1-7. <https://doi.org/10.4172/2157-7617.1000131>
- Nair, R. P. K. (1997). *Agroforestería*. México.
- Navarro, G. H., Santiago, S. A., Musálem, S. M. A., Vibrans, L. H. y Pérez, O. M. A. (2012). La diversidad de especies útiles y sistemas agroforestales. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 18(1), 71–86. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.11.124>
- Oficina Nacional Forestal [ONF]. (2013). *Guía técnica SAF Para la Implementación de sistemas agroforestales con árboles forestales maderables*. https://onfcr.org/wp-content/uploads/media/uploads/documents/guia_saf_onf_para_web.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [FAO]. (2024). *Degradación del suelo*. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>
- Pérez, C. P., Amado, A. J. P., Segovia, O. E. F., Conesa, G. C. y Alarcón, C. J. J. (2019). La degradación ambiental y sus efectos en la contaminación de las aguas superficiales en la cuenca del río Conchos (Chihuahua-México). *Cuadernos Geográficos*, 58(1), 47-67. <http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v58i1.6636>
- Pérez-Portilla, E. y Geissert-Kientz, D. (2006). Zonificación agroecológica de sistemas agroforestales: el caso café (*Coffea arabica* L.) - palma camedor (*Chamaedorea elegans* Mart.). *Interciencia*, 31(8), 556-562. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33911902>
- Ramachandran Nair, P. K., Nair, D. V., Kumar, M. y Showalter, J. M. (2010). Carbon Sequestration in Agroforestry Systems. *Advances in Agronomy*, 108, 237-307. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(10\)08005-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(10)08005-3)
- Rijal, S. (2019). Agroforestry System: Approaches For Climate Change Mitigation And Adaptation. *Big Data In Agriculture*, 1(2), 23-25. <http://doi.org/10.26480/bda.02.2019.23.25>

- Romo, L. J. L., García, C. Y. B., Uribe, G. M y Rodríguez, T. D. A. (2012). Prospectiva financiera de los sistemas agroforestales de El Fortín, Municipio de Atzalan, Ver. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 18(1), 43-55. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2011.09.068>
- Ruiz, G. P., Monterroso, R. A. I., Valdés, V. E., Escamilla, P. E. y Gómez, D. J. D. (2022). Reservas de carbono en sistemas agroforestales con café (*C. arábica* L.) ante el cambio climático: caso México. *Agronomía Mesoamericana*, 33(3), 1–21. <https://doi.org/10.15517/am.v33i3.48671>
- Sáenz, R. J. T., Castillo, Q. D., Ávila, F. D.Y., Castillo, R. F., Muñoz, F. H. y Rueda-Sánchez, A. (2019). Áreas potenciales para sistemas silvopastoriles con pino lacio (*Pinus devoniana* Lind.) y pastos introducidos (*Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees ó *Chloris gayana* Kunth) en Michoacán, México. *Revista Bio ciencias*, 6(especial), 1-14. <https://doi.org/10.15741/revbio.06.e494>
- Salvador, M. P., Cámara, C. L del C., Martínez, S. J. L., Sánchez, H. R. y Valdés, V. E. (2019). Diversidad, estructura y carbono de la vegetación arbórea en Sistemas agroforestales de cacao. *Madera y Bosque*, 25(1), 1–14. <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2511638>
- Salvador, M. P., Martínez, S. J. L., Cámara, C. L. y Zequeira, R. C. (2020). Estructura y carbono específico en una cronosecuencia de sistemas agroforestales de *Theobroma cacao* L. en Tabasco, México. *Madera y bosques*, 26(3), 1-15. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2632131>
- Secretaría de agricultura y Desarrollo Rural [SADER]. (2020). *Sistemas Agroforestales, alternativa multifuncional de vida, México*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/sistemas-agroforestales-alternativa-multifuncional-de-vida>
- Secretaría de Bienestar. (2021). *Sembrando vida reforesta, no deforesta; inicia siembra de 429 millones de nuevos árboles*. <https://www.gob.mx/bienestar/prensa/sembrando-vida-reforesta-no-deforesta-inicia-siembra-de-429-millones-de-nuevos-arboles>
- Secretaría de Medio Ambiente Y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2019). *Experiencias de Agroforestería en México. Red temática de sistemas Agroforestales de México*. <https://goo.su/UcleAx>
- Secretaría de Medio Ambiente Y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2015). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edición 2008: Compendio de Estadísticas Ambientales. México*. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_completo.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente Y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2008). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edición 2008. Compendio de Estadísticas Ambientales. México*. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_2008_ing/pdf/indice_portada.pdf
- Sembrando vida. (2024). *Programas para el bienestar*. <https://programasparaelbienestar.gob.mx/sembrando-vida/>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2018). *La ganadería: símbolo de fortaleza del campo mexicano*. <https://www.gob.mx/siap/articulos/la-ganaderia-simbolo-de-fortaleza-del-campo-mexicano>
- Singh, V., Johar, V., Kumar, R. y Chaudhary, M. (2021). Sostenibilidad de los activos socioeconómicos y ambientales mediante sistemas agroforestales: una revisión. *International Journal of Agriculture Environment and Biotechnology*, 14(4), 521-533. <http://dx.doi.org/10.30954/0974-1712.04.2021.6>
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta [SIACON]. (2022). *Sistema de Información Agroalimentaria y Pesca-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación*. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacion-ng-161430>
- Solorio, F., Petit, A. J., Casanova L. F. y Ramírez, A. L. (2010). *Notas de curso: Diseño y Evaluación de Sistemas Agroforestales*. https://www.researchgate.net/publication/295550043_Notas_de_curso_Diseño_y_Evaluación_de_Sistemas_Agroforestales
- Somarriba, E. J. (2018). *Definición de Agroforestería*. <https://www.researchgate.net/publication/324363425>
- Soto, P. L. y Jiménez, F. G. (2018). Contradicciones socioambientales en los procesos de mitigación asociados al ciclo del carbono en sistemas agroforestales. *Madera y Bosque*, 24(especial), 1-15. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2401887>
- Sotomayor, A., García, E., González, M. y Lucero, A. (2008). *Modelos Agroforestales, alternativa productiva para un desarrollo sustentable de la agricultura campesina en Chile*. Ponce, M. y Vázquez, M. (Eds.). 4.º Congreso Chileno de Ciencias Forestales, Universidad de Talca, Talca, Chile. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3165880>
- Suarez, V. G. M., Avendaño, A. C. H., Ruiz, C. P. A. y Estrada, de los S. P. (2019). Diversidad arbórea y carbono almacenado en sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Soconusco Chiapas, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 25(3), 315–332. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2018.12.093>

- Takimoto, A., Nair, P. K. R. y Nair, V. D. (2008). Carbon stock and sequestration potential of traditional and improved agroforestry systems in the West African Sahel. *Agriculture Ecosystems y Environment*, 125, 159-166. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.12.010>
- Telles, A. R., R. M. S., García, G. D. A., Saucedo, R. L. y Villalón, M. H. (2020). Productividad De Biomasa En Sistemas Silvopastoriles En Fincas Ganaderas De Montemorelos, Nuevo León, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 16, 55-60. <https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/290>
- Torres, R. J. A., Reddiar, K. L., Espinoza, D. W. y Vázquez, A. A. (2011). Secuestro de carbono en potreros arbolados, potreros sin árboles y bosque caducifolio de Huatusco, Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13(3), 543-549. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93920942033>
- Universidad Autónoma de Nuevo León [UANL]. (1989). *Simposio Agroforestal en México. Linares, Nuevo León*. Memorias, Tomos 1 y 2. http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020082492/1020082492_MA.PDF
- Van der Wal, H., Huerta, L. E. y Torres, D. A. (2011). *Huertos familiares en Tabasco. Elementos para una política integral en materia de ambiente, biodiversidad, alimentación, salud, producción y economía*. Secretaria de Recursos Naturales y Protección Ambiental, gobierno del estado de Tabasco y el Colegio de la frontera Sur. Villahermosa, Tabasco, México. <https://goo.su/y64Rv8>
- Wilken, G. C. (1977). Integrating forest and small-scale farm systems in Middle America. *Agroecosystems*, 3, 291-302. [https://doi.org/10.1016/0304-3746\(76\)90132-3](https://doi.org/10.1016/0304-3746(76)90132-3)