

AGROFORESTERÍA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN AMÉRICA LATINA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Carlos Enrique Villanueva-González,
Bohdan Lojka, Carlos Ernesto Archila Cardona*

Resumen

En los últimos años, la investigación vinculada a la agroforestería ha evidenciado el aporte de esta ciencia a la conservación de los ecosistemas, la diversificación productiva y el desarrollo familiar; y, ante los efectos del cambio climático, los bienes y servicios que este tipo de sistemas provee respaldan la importancia de analizar el impacto de los sistemas agroforestales (SAF) en la conservación de la biodiversidad. Basado en lo anterior, se realizó una revisión de literatura utilizando los buscadores Scopus y Google Académico. El proceso de documentación incluyó el análisis de 52 fuentes que proporcionaron información relacionada con el tema en estudio, para posteriormente responder la pregunta de investigación ¿puede la

* Carlos Enrique Villanueva González: ingeniero forestal, magíster en Conservación de Biodiversidad por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie), Costa Rica. Estudiante de doctorado en Agricultura en Trópicos y Subtrópicos en el Departamento de Ciencias Agrícolas y Agroforestería, Czech University of Life Sciences, Praga.
Bohdan Lojka: doctor en Agricultura en Trópicos y Subtrópicos. Jefe del Departamento de Ciencias Agrícolas y Agroforestería, Czech University of Life Sciences, Praga.
Carlos Ernesto Archila Cardona: ingeniero agrónomo, MBA por el Instituto Centroamericano de Administración de Empresas (Incae). Coordinador académico de Estudios de Postgrado en la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas de la Universidad Rafael Landívar.

agroforestería contribuir a la conservación de la biodiversidad? La principal conclusión estableció que una de las características esenciales de los SAF es la diversidad agroecológica que en ellos se encuentra, ya que ayuda a enfrentar diferentes fenómenos, tal es el caso de la inseguridad alimentaria que viven muchas familias en las regiones tropicales. Esto tiene el efecto de un círculo virtuoso, puesto que la población valora los servicios y productos suministrados por estos sistemas y, como consecuencia, revaloriza el sistema como un mecanismo de conservación de biodiversidad.

Palabras clave: cambio climático, conocimientos tradicionales, pequeños productores, sistemas agroforestales, sustentabilidad.

Agroforestry for the conservation of biodiversity in Latin America: A systematic review

Abstract

In recent years, research related to agroforestry has shown the contribution of this science to ecosystem conservation, product diversification and family livelihood improvement; and in view of the effects of climate change, the goods and services provided by this type of systems support the importance of analyzing the impact of agroforestry systems (AFS) on biodiversity conservation. Based on the above, we conducted a literature review using the search engines Scopus and Google Scholar. The documentation process included the analysis of 52 sources that provided information related to the subject under study, to subsequently answer the research question: Can agroforestry contribute to biodiversity conservation? The main conclusion established then, that one of the essential characteristics of AFS, which is the agroecological diversity found in them, since it faces different phenomena, such as the food insecurity experienced by many families in tropical regions. This has the effect of a virtuous circle, since the population values the services and products provided by these systems, and consequently revalues the system as a biodiversity conservation mechanism.

Key words: climate change, traditional knowledge, smallholders, agroforestry systems, sustainability.

Introducción

En el mundo se reconocen diferentes fenómenos que históricamente han afectado la calidad de los recursos naturales y la diversidad biológica del planeta. Estos fenómenos se identifican como los mayores causantes de la fragmentación de hábitat y la pérdida de biodiversidad, entre los cuales podemos mencionar: el desarrollo agrícola, la deforestación, la introducción de especies invasoras y el cambio climático¹. La degradación acelerada de la biodiversidad ha provocado efectos directos en el equilibrio biológico de los ecosistemas y en la provisión de bienes y servicios importantes para la satisfacción de necesidades básicas de la población. Para reducir los efectos de estos fenómenos se han desarrollado diversas estrategias, tal es el caso de la agroforestería, la cual representa una oportunidad para el medio ambiente y la sustentabilidad de la población –principalmente la que habita en áreas rurales– como un medio de vida agrícola que tiene influencia directa en la conservación del medio ambiente y la biodiversidad del planeta². Este artículo expone la importancia de la agroforestería como una estrategia actual para la conservación de la biodiversidad identificando ejes temáticos de acuerdo con los resultados obtenidos en el proceso de investigación: biodiversidad como sistema dinámico del planeta, agroforestería para la conservación de la biodiversidad y medios de vida, conocimientos tradicionales y funcionalidad productiva, agroforestería y diversidad ecológica. Además, se identificaron enfoques de investigación relacionados con la conservación de la biodiversidad y bienestar humano.

1. Metodología

Se llevó a cabo una revisión sistemática de literatura basada en la metodología propuesta por Gómez-Luna *et al.*³, sobre el aporte de la agroforestería como una estrategia para la conservación de la biodiversidad en América Latina. Esta metodología sugiere un proceso sistemático que incluye: (1)

- 1 Jeremy Haggard *et al.*, «Contribution of agroforestry systems to sustaining biodiversity in fragmented forest landscapes», *Agriculture, Ecosystems and Environment* 283 (2019): 1-2.
- 2 Pedro Manuel Villa *et al.*, «La agroforestería como estrategia para la recuperación y conservación de reservas de carbono en bosques de Amazonía», *Bosque* 36, núm. 3 (2015): 348-359, acceso el 27 de septiembre de 2021, DOI: 10.4067/S0717-92002015000300002
- 3 Eduardo Gómez-Luna *et al.*, «Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización», *DYNÁ* 81, núm. 184 (2014): 158-163.

identificación del objetivo de estudio, (2) búsqueda de información, (3) organización y selección de las fuentes y (4) análisis de la información. Esta etapa de la revisión garantiza la obtención de resultados de un universo de estudios que sustente por qué los SAF en América Latina representan una oportunidad para la conservación de la biodiversidad.

Búsqueda de información

Para la búsqueda de información se consultaron dos bases de datos electrónicas; Scopus y Google Académico. Se priorizó la consulta de libros y artículos científicos publicados durante el periodo 2012-2022. Las palabras clave para la búsqueda de información fueron seleccionadas de acuerdo con la pregunta de investigación ¿puede la agroforestería contribuir a la conservación de la biodiversidad? Por lo tanto, las palabras clave y los criterios de búsqueda se basaron en la presencia de los términos «agroforestería», «biodiversidad» o «diversidad», «pequeños productores» y «conservación» identificados en el título y palabras clave de cada documento analizado.

Organización y selección de las fuentes

Esta etapa comprendió la sistematización de los documentos encontrados, los que se ordenaron según el título, año de publicación, resumen, metodología y resultados. Además, se distinguieron los documentos principales de los secundarios. Se emplearon tablas de datos filtrados en MS Excel, cuyo fin fue contar con una estructura organizativa de la información y proceder de mejor manera a su análisis e interpretación. La búsqueda de literatura proporcionó 124 fuentes vinculadas con la agroforestería y la conservación de la biodiversidad; de estas, 52 proporcionaron información relacionada directamente con el objetivo del trabajo.

Análisis de la información

Una vez identificados los documentos principales para la presente revisión, se realizó el análisis y procesamiento crítico de la información que las investigaciones proporcionaron. El análisis de resultados se planteó reafirmando las ideas de los autores, comparado con el contexto latinoamericano y aporte de los SAF a la conservación de la biodiversidad.

Además, se utilizó el *software Wordle* como herramienta para el análisis de nube de palabras, el cual fue aplicado a los títulos y palabras clave de las fuentes identificadas como principales. Este tipo de análisis permite la visualización de las palabras utilizadas con mayor frecuencia en las fuentes analizadas⁴, especialmente importante para obtener un panorama sobre las principales tendencias de investigación.

2. Resultados y discusión

2.1 Biodiversidad como sistema dinámico del planeta

La biodiversidad representa la riqueza de vida en la tierra, los millones de plantas, animales y microorganismos, los genes que contienen y los ecosistemas complejos que propician las interrelaciones entre los diferentes niveles del entorno vivo⁵. La biodiversidad juega un papel fundamental para el equilibrio biológico (ecosistemas saludables), a la vez, contribuye con la provisión de bienes como: alimentos, madera, semillas y medicinas; importantes servicios ecosistémicos: mantenimiento de la fertilidad del suelo, ciclo de nutrientes, polinizadores, calidad del aire y agua, etc.; y, por último, al fortalecimiento de los medios de vida rurales tales como la agricultura, pesca, turismo, entre otros⁶. Esta revisión literaria emplea el término «medios de vida» para comprender la relación entre las actividades que las personas realizan para satisfacer sus necesidades y las oportunidades para la conservación de la biodiversidad⁷. Los medios de vida pueden entenderse como actividades tangibles e intangibles y comprenden las

4 Karina Nicole Pérez-Olmos y Noé Aguilar-Rivera, «Agritourism and sustainable local development in Mexico: A systematic review», *Environment, Development and Sustainability* 23 (2021): 17180-17200.

5 Jacques de Selliery y Green Facts, «Biodiversidad –El consenso científico–», *Resumen del informe de la evaluación de ecosistemas del milenio* (2010): 40-46.

6 Jeffrey A. McNeely y Sara J. Scherr, *Ecoagricultura: Estrategias para alimentar al mundo y salvar la biodiversidad silvestre* (San José, C.R.: IICA, Island Press, 2008), 94-96. Erly Alexia Noscue, «Adopción de los sistemas agroforestales con el cultivo del café (*Coffea Arabica*)» (Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 2014), 12-15; Jarquín, «Un nuevo inicio: Sistemas agroforestales con cacao, un legado biocultural para construir el futuro», *La Callera* 17 (2017): 87-89.

7 Alejandro C. Imbach, *Estrategias de vida: analizando las conexiones entre la satisfacción de las necesidades humanas fundamentales y los recursos de las comunidades rurales* (Costa Rica: Geolatina, 2012), 19.

relaciones entre la agro-biodiversidad y el comportamiento social de los seres humanos⁸.

Diferentes autores coinciden en que en las regiones tropicales se identifican diversos fenómenos que han comprometido históricamente la integridad y riqueza de los ecosistemas⁹. Los impulsores más importantes del cambio en el uso de la tierra y la pérdida de la biodiversidad son: la conversión extensiva de bosques, la intensificación agrícola, el cambio climático, la introducción de especies invasoras (por ejemplo, lirios acuáticos, peces y palma africana), la interrupción de la migración de especies por la construcción de infraestructura y los asentamientos humanos, entre otros¹⁰. Lo anterior responde a la creciente degradación de la biodiversidad, que cada vez se encuentra más amenazada por estos impactos inducidos por los humanos¹¹.

De acuerdo con Dagar y Tewari¹², en los bosques tropicales se encuentra la mayor biodiversidad de flora y fauna en el mundo; sin embargo, a pesar de su importancia están siendo destruidos permanentemente a una tasa de 8 a 10 millones de hectáreas por año. La pérdida de bosques y selva en la zona tropical está comprometiendo drásticamente la biodiversidad en los territorios y la función que ejerce en los ecosistemas¹³. La continua fragmentación y pérdida de la cobertura forestal a nivel mundial han modificado la riqueza del bosque, la abundancia y diversidad de aves, anfibios e insectos y han provocado la disminución sustancial de poblaciones de mamíferos¹⁴.

8 V. E. Méndez *et al.*, «Conservación de agrobiodiversidad y medios de vida en cooperativas de café bajo sombra en Centroamérica», *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente* 22, núm. 1 (2013): 16-24.

9 McNeely y Scherr, *Ecoagricultura*; Facundo Sánchez Gutiérrez *et al.*, «Tree structure of cocoa agroforestry system in Cárdenas, Tabasco, Mexico», *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6, núm. 14 (2016): 2696.

10 Shonil A. Bhagwat *et al.*, «Agroforestry: A refuge for tropical biosidersity?», *Cell Express* 23, núm. 5 (2008): 261-267.

11 Carlos A. Peres *et al.*, «Biodiversity conservation in human-modified Amazonian forest landscapes», *Biological Conservation* 143 (2010): 2314-2316.

12 Jagdish Chander Dagar y Vindhya Prasad Tewari (eds.), *Agroforestry anecdotal to modern science* (India, 2017).

13 Samuel Otavo y Cristian Echeverría, «Fragmentación progresiva y pérdida de bosques naturales en uno de los hotspot mundiales de biodiversidad», *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88 (2017): 926.

14 Carlos De Angelo, Agustín Paviolo y Mario Di Bitetti, «Differential impact of landscape transformation on pumas (*Puma Concolor*) and jaguars (*Panthera Onca*) in the upper Paraná Atlantic forest», *Diversity and Distributions* 17 (2011): 422-436.

En América Latina se identifican otros procesos antropogénicos que afectan la diversidad biológica y la integridad de los ecosistemas, tales como: malas prácticas agrícolas, incendios forestales, invasiones de tierras, extracción de leña y sobreexplotación de especies nativas; por ejemplo, la tortuga de bosque café (*Rhinoclemmys annulata*) en Costa Rica, el pinabete (*Abies guatemalensis*) en Guatemala, y los árboles de alerce (*Fitzroya cupressoides*) en los bosques nativos de Chile¹⁵.

En el mundo existe un debate permanente para identificar estrategias que ayuden a superar los desafíos actuales que plantea la pérdida de la biodiversidad¹⁶. En muchos lugares se está implementando una serie de acciones para garantizar la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad. Ejemplo de ello es la gestión de recursos basada en el paisaje, que refiere a buscar nuevas alternativas de uso de la tierra, incorporando nuevos elementos de producción amigables con el entorno ecológico; otra acción importante son los incentivos económicos para la conservación, lo cual comprende el estímulo hacia los productores para ejecutar proyectos de reforestación y restauración de paisajes; y, por último, cabe mencionar las estrategias de educación, y el manejo de áreas protegidas. Específicamente, las áreas protegidas están experimentando una degradación de la biodiversidad en términos taxonómicos y funcionales¹⁷; lo que quiere decir que estos modelos de conservación presentan retos y desafíos para evitar la degradación de los recursos y pérdida de biodiversidad dentro y fuera de las áreas protegidas.

Los esfuerzos de conservación requieren dar pasos más allá de la protección de áreas silvestres e incorporar en este proceso los paisajes rurales modificados por el hombre. Ante la degradación actual de los recursos naturales en el trópico, la comunidad internacional de conservación centra sus esfuerzos en encontrar enfoques que puedan reducir la deforestación, conservar la biodiversidad, además de proporcionar medios de vida para la

15 Uffe Strandby Andersen *et al.*, «Conservation through utilization: A case study of the vulnerable *Abies Guatemalensis* in Guatemala», *Fauna & Flora International* 42 (2008): 209.

16 Götz Schroth, Celia A. Harvey y Grégoire Vincent, «Complex agroforest: Their structure, diversity and potencial role in landscape conservation», *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*, ed. por Island Press (Washington D. C., 2004): 227-260.

17 Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap), «IV Informe Nacional de Cumplimiento a los Acuerdos del Convenio sobre Diversidad Biológica ante la conferencia de las partes –CDB–», (2009), 1-134.

subsistencia de las personas¹⁸. En ese sentido, existen altas expectativas por la adopción de sistemas multifuncionales que puedan brindar soluciones a la creciente demanda mundial de tierra y alimentos¹⁹. Los SAF, por lo tanto, se convierten en una alternativa prometedora para cumplir los objetivos de producción de alimentos integrando la conservación de biodiversidad.

2.2 Agroforestería para la conservación de biodiversidad y medios de vida

La agroforestería es un enfoque de producción que busca mejorar la gestión de los recursos dentro de unidades productivas, mediante el asocio de especies arbóreas perennes con cultivos agrícolas anuales y/o ganadería, respetando el principio de rendimiento sustentable²⁰; de esta forma, la agroforestería está siendo reconocida por la ciencia como una estrategia efectiva para detener diversos fenómenos ambientales en el mundo, como por ejemplo: la deforestación, la erosión del suelo, la degradación de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad²¹.

La diversificación agroforestal representa hoy en día una de las pocas estrategias productivas capaces de brindar oportunidades para enfrentar los efectos del cambio climático²², la sostenibilidad de los medios de vida, disminuir la pobreza y enfrentar la creciente inseguridad alimentaria en el mundo²³. Behera *et al.*²⁴ afirman que la agroforestería juega un papel importante en la conservación de la biodiversidad desde cuatro puntos de vista: (1) provisión de hábitat para especies nativas que pueden tolerar un

18 Jeffrey A. McNeely y Götz Schroth, «Agroforestry and Biodiversity Conservation-Traditional Practices Present Dynamics and Lessons for the Future», *Biodiversity and Conservation* 15 (2006): 549-554.

19 Lisa Westholm y Madelene Ostwald, «Food production and gender relations in multifunctional landscapes: A literature review». *Agroforest Syst* 94 (2019): 359-374, acceso el 7 de marzo de 2021, [Doi.org/10.1007/s10457-019-00397-1](https://doi.org/10.1007/s10457-019-00397-1)

20 Oluronke Olubunmi Sobola, Dennis Amadi y G. Y. Jamala, «The role of agroforestry in environmental sustainability», *JOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* 8 (2015), 20-25.

21 Bhagwat *et al.*, «Agroforestry: A refuge for tropical biodiversity?».

22 Martin Laurenceau y Lorena Soto Pinto, «Sistemas agroforestales para la adaptación al cambio climático en el área protegida La Frailecana, Chiapas, México», *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* 15, núm. 30 (2015), 20-49.

23 Bryan Mauricio Morales Lozano, «Análisis de sistemas agroforestales y su alternativa sostenible en la producción agropecuaria del Huila» (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, 2018), 40.

24 Laxmikanta Behera *et al.*, «A land use system agroforestry for biodiversity conservation of native species». *Multilogic in Science* 7, núm.. 12 (2015), 126-130.

cierto nivel de perturbación, (2) áreas ideales para preservar el germoplasma de especies nativas, (3) reducción de la deforestación y (4) provisión de conectividad mediante la creación de corredores biológicos.

Diferentes estudios realizados en Latinoamérica demuestran que existe una variedad de SAF útiles para la sostenibilidad ambiental que además desempeñan un papel trascendental para el fortalecimiento de la seguridad alimentaria, generación de empleo e ingresos económicos²⁵. Los diseños agroforestales de estratos múltiples, las cortinas cortavientos y protectoras, los huertos familiares, las cercas vivas, la agricultura en callejones, el sistema taungya, el barbecho mejorado y los sistemas agrosilvopastoriles, entre otras, son algunas prácticas agroforestales desarrolladas en los trópicos que contribuyen significativamente a la creación de hábitat para muchas especies, aumentan la conectividad y mejoran las condiciones para la regeneración natural y la restauración forestal²⁶.

Los SAF proporcionan una diversidad de oportunidades para la conservación de la biodiversidad y desarrollo de los medios de vida²⁷. En América Latina, las comunidades indígenas (por ejemplo, la comunidad bribri en Costa Rica, aymara en el altiplano de Bolivia y la comunidad *q'eqchi'* en Guatemala) han jugado un papel fundamental en el manejo y conservación de la agrobiodiversidad (ilustraciones 1, 2, 3 y 4). A través de las prácticas tradicionales y conocimientos locales desarrollados por varios cientos de años, estos pueblos dan sustento a la lógica del uso de la diversidad vegetal y su conservación «in situ»²⁸. El valor de estos sistemas no está concentrado únicamente en la producción de alimentos sino también en el potencial

25 Hermilio Navarro Garza *et al.*, «La diversidad de especies útiles y sistemas agroforestales». *Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 18, núm. 1 (2012): 71-86. Henry Ruiz Solsol, Gonzalo Galileo Rivas e Isabel Adriana Gutiérrez Montes, «Huertos familiares: agrobiodiversidad y su aporte en la seguridad alimentaria en territorios rurales de Guatemala», *Agroecología* 9 (2014): 85-88; Sobola, Amadi y Jamala, «The role of agroforestry».

26 Celia A. Harvey *et al.*, «Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican hotspot», *Conservation and Policy* 22, núm. 1 (2008): 8-15.

27 Mishelle Stefanie Barragán Márquez, «Composición florística, estructura y diversidad vegetal en sistemas agroforestales tradicionales y silvopastoriles del Cantón Valencia, Provincia Los Ríos» (Tesis de maestría, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, 2019), 14-18.

28 Maritza Cornejo Mejía, «Conocimientos tradicionales sobre el uso de plantas y estrategias de vida de la comunidad Chaapampa, Provincia Manco Kapac La Paz-Bolivia: Un estudio cualitativo del vínculo entre el ser humano y las plantas, como aporte para la conservación de la diversidad florística» (Tesis de maestría, Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza –Catie–, 2015), 129.

que poseen para crear el hábitat ideal para especies nativas silvestres. La agrosilvicultura hoy en día puede ser una estrategia potencialmente valiosa para reducir la presión del uso de la tierra y mejorar los medios de vida en los países tropicales²⁹.

Las imágenes siguientes muestran algunos ejemplos de prácticas agroforestales que contribuyen a la conservación de biodiversidad en Latinoamérica y el Caribe.

Ilustración 1. Rol de género en el manejo de huertos tradicionales, comunidad indígena *q'eqchi'*, Guatemala



Fotografía de Carlos Villanueva-González, 2019.

29 Bohdan, Lojka *et al.*, «Multistrata systems: Potentials and challenges of cocoa-based agroforests in the humid tropics», en: *Agroforestry*, ed. por J. Dagar y V. Tewari (Singapur: Springer, 2017), https://doi.org/10.1007/978-981-10-7650-3_23

Ilustración 2. Ecohuertos familiares, provincia de Limón, Costa Rica



Fotografía de Carlos Villanueva-González, 2019.

Ilustración 3. Sistema agroforestal de plátano, café, maderables y frutales en Fortín, Veracruz, México



Fotografía de Karina Pérez-Olmos, 2020.

Ilustración 4. Sistema agroforestal de café en comunidad Hernando Alonzo, Cotuí, República Dominicana



Fotografía de Karina Pérez-Olmos, 2020.

2.3 Conocimientos tradicionales y la funcionalidad productiva

La agroforestería en América Latina tiene sus raíces en las prácticas tradicionales de manejo de recursos utilizadas por culturas milenarias que habitaron esta región³⁰. La composición de los SAF está determinada por el bagaje cultural que poseen los agricultores y la aplicación de prácticas de manejo tradicional durante el ciclo productivo³¹. Los SAF en esta región poseen características complejas como cubierta arbórea dominante, complejidad estructural y alta diversidad vegetal³². La gestión adecuada de estos sistemas resulta interesante para la conservación *in situ* de especies de

30 Laksmi Krishnamurthy y Marcelino Ávila, *Agroforestería básica* (México, D.F.: Red de Información Ambiental, 1999), 60-64.

31 Rosalva Chablé-Pascual *et al.*, «Estructura, diversidad y uso de las especies en huertos familiares de La Chontalpa, Tabasco, México». *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 2, núm. 4 (2015): 23-29.

32 Mayra Alejandra Ospina Pedraza, «Evaluación de la diversidad taxonómica en sistemas agroforestales y su relación con los servicios ecosistémicos de fincas participantes del Programa MAP-Noruega en los territorios Trifinio y NicaCentral» (tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza –Catie–, 2017), 4-15.

flora y fauna, además de crear corredores biológicos para la conectividad de la vida silvestre³³.

Las comunidades indígenas *q'eqchi'* del norte de Guatemala resguardan en los SAF tradicionales una diversidad de especies vegetales que han sido fundamentales para el desarrollo de la cultura y la economía; por ejemplo, en los huertos familiares y cacaotales es común encontrar el árbol de copal pom (*Protium copal* –Schltdl. & Cham.– Engl.), caracterizado por la provisión de resinas durante todo el año, que sirven para la venta en el mercado local y representan un elemento fundamental en la cultura maya. Además, estos sistemas representan para las comunidades rurales de Guatemala una fuente alternativa de ingresos en la economía rural, pues dan valor al trabajo familiar³⁴.

El asocio de ciertas especies arbóreas con especies agrícolas permite una mayor biodiversidad en los paisajes, en comparación con la proporcionada por la agricultura convencional, tal es el caso de los monocultivos. La disponibilidad de especies arbóreas multipropósito y la diversidad de productos no maderables dentro de los SAF puede reducir la presión sobre el uso de los recursos en áreas de conservación, al tiempo que provee de bienes y servicios para la satisfacción de ciertas necesidades básicas y fundamentales de la población.

Estudios recientes en Ecuador, Colombia, Costa Rica y Nicaragua³⁵ han demostrado la importancia de las prácticas agroforestales con cacao para la conservación de algunas especies de mamíferos en peligro de extinción, como es el caso de los perezosos de dos y tres dedos que, ante la pérdida

33 Schroth, Harvey, y Vincent, «Complex agroforests».

34 Sara Nicli *et al.*, «Socio-economic, political, and institutional sustainability of agroforestry in Alta Verapaz, Guatemala», *Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics* 120, núm. 1 (2019): 107.

35 Sandra Daza González y Lina Echavarría Ardila, «Diagnóstico y diseño de alternativas agroforestales para la finca El Retoño, en el municipio de Sylvania, Cundinamarca» (Tesis de licenciatura, Universidad Distrital Francisco José Caldas, 2013), 19; Nazaret Bogarín Bermúdez, «Servicios ecosistémicos reconocidos por los habitantes de la zona de amortiguamiento del Macizo Peñas Blancas, en el territorio centro norte de Nicaragua» (tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza –Catie–, 2014), 33-36; Diana Carolina López Aguilar y Susan Aracelly Sevilla Ramos, «Caracterización de fauna silvestre con fines ecoturísticos de La Finca Agroecológica Tonantzín, en Diriamba, Carazo, 2016» (tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria, 2017), 25-27.

de su hábitat natural, se desplazan hacia otras áreas en busca de refugio y alimento. Algunos estudios han comprobado que los cacaotales son sitios donde los perezosos han podido sobrevivir. En los trópicos, la priorización e inclusión de árboles en los paisajes agrícolas ha propiciado el desarrollo de sistemas productivos con características similares a los de bosques secundarios y, en algunos casos específicos, suele ser difícil diferenciar entre bosque, barbecho viejo y agroforestales tradicionales³⁶. Por tanto, la agroforestería puede ser una estrategia para propiciar el uso sostenible de la tierra para enfrentar la degradación de los ecosistemas y los efectos del cambio climático³⁷.

Puesto que este tipo de sistema productivo prioriza el uso de los recursos de forma integral y considera en su diseño diferentes aspectos socioeconómicos, productivos y ecológicos es un método favorable para lograr el equilibrio biológico y la salud de los ecosistemas. Además, el manejo de recursos dentro de las unidades productivas también responde a una serie de factores clave, entre ellos: la diversidad cultural, los antecedentes productivos, la ubicación y la geografía de las fincas y la incidencia de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales en el desarrollo del territorio.

En la actualidad, existe una diversidad de SAF establecidos en más de 1023 millones de hectáreas alrededor del mundo³⁸. Las características estructurales y diversidad de estos sistemas productivos contribuyen significativamente al desarrollo de las familias, principalmente aquellas que habitan en regiones que poseen pocas alternativas de acceso y generación de recursos, revalorizando de esta manera, los bienes y servicios suministrados por este tipo de sistema productivo.

36 McNeely y Schroth, «Agroforestry and biodiversity conservation», Hana Vebrova *et al.*, «Tree diversity in cacao agroforests in San Alejandro, Peruvian Amazon», *Agroforestry Systems an International Journal Incorporating Agroforestry Forum* 88 (2013): 1101-1115.

37 Florencia Montagnini *et al.*, *Sistemas agroforestales funciones productivas, socioeconómicas y ambientales* (Turrialba, Costa Rica: Cipav, Cali, Colombia, 2015), 97-165.

38 Alain Atangana *et al.*, «Major agroforestry systems of the humid tropics», (Dordrecht: Springer, 2014), 49-93. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7723-1_4

2.4 Agroforestería y diversidad ecológica: análisis de casos

En Sumatra, la riqueza de especies arbóreas en sistemas agroforestales productivos de caucho puede ser alrededor de setenta especies por hectárea, probablemente menos diverso que las especies presentes en bosques secundarios de edad similar debido al dominio de los árboles de caucho; sin embargo, esto no deja de representar un alto potencial en la creación de hábitat para una diversidad de aves, tal es el caso en sistemas similares en la Amazonía donde la guacamaya de ala verde (*Ara chloropterus*) visita estos SAF para alimentarse de semillas de caucho, y estos a la vez son cazados por los agricultores para abastecerse de alimento en ciertas temporadas del año³⁹. Según Vicente Antonio, Olver Vaca Ruíz y Adrián Cruz⁴⁰, parte fundamental de la agroforestería está en los beneficios generados a partir de la combinación de una diversidad de especies en sistemas productivos, en este sentido, los SAF son especialmente importantes para los pequeños agricultores ya que generan mayores servicios ecosistémicos en una superficie limitada.

En Indonesia, los pequeños productores establecen las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) mediante la eliminación del sotobosque. Los árboles remanentes tienen un papel importante dentro del sistema productivo para la provisión de sombra y para la conservación de aves, murciélagos, hormigas y otros animales salvajes⁴¹. La diversidad de especies en los SAF es fundamental para garantizar el equilibrio biológico y la función del ecosistema. Stenchly *et al.*⁴², evaluaron la riqueza de especies de arañas en 12 fincas de cacao en Indonesia y registraron 1417 arañas adultas pertenecientes a 26 familias y 213 especies. Estos resultados son indicadores del equilibrio de la biodiversidad. Considerando la función de las arañas como controladores biológicos naturales de algunos grupos de insectos,

39 Schroth, Harvey y Vincent, «Complex agroforest».

40 Vincent Antoine Vos, Olver Vaca Ruíz y Adrián Cruz, *Sistemas agroforestales en la amazonía boliviana. Una valorización de sus múltiples funciones* (Bolivia: Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, 2015): 15-18.

41 Richard Asare, «A review on cocoa agroforestry as a means for biodiversity conservation» (Ponencia presentada en la World Cocoa Foundation Partnership Conference, Bruselas, mayo de 2006).

42 Kathrin Stenchly, Y. Clough, y T. Tschardt, «Spider species richness in cocoa agroforestry systems, comparing vertical strata, local management and distance to forest», *Agriculture, Ecosystems and Environment* 149 (2012): 189-94.

fácilmente se reconoce el aporte ecológico de prevenir la superpoblación de especies (plagas) que podrían representar serios problemas para el funcionamiento y productividad del sistema.

Estudios realizados en México⁴³ evidencian la capacidad de los SAF tradicionales de café (*Coffea arabica*) en reunir un número elevado de especies de árboles nativos y vegetación secundaria (58 especies de árboles en un área de 6000 m²). Estos hallazgos respaldan el potencial de los sistemas agroforestales para la conservación de especies, mientras que, a la vez, corroboran la capacidad para generar ingresos de los subproductos que acompañan el sistema, por ejemplo: frutas, plantas medicinales, madera y resinas.

En la región de la Chontalpa, Tabasco (México), existen huertos familiares tradicionales con más de 60 años de establecimiento, los cuales poseen características particulares en la estructura y diversidad de especies. Se realizó un análisis de diversidad en 27 huertos familiares con superficies que van desde los 200 hasta los 4616 m² promedio, registrando un total de 330 especies vegetales distintas, entre estas, 38 especies arbóreas⁴⁴. Con relación a lo anterior, los huertos familiares presentan un valor importante en la conservación de la biodiversidad de un área. Además, aportan al fortalecimiento de la seguridad alimentaria en el hogar, especialmente en poblaciones de alta vulnerabilidad debido a la diversidad de especies que se encuentran dentro del huerto y la variabilidad de uso actual y potencial que estas poseen.

En la Amazonía peruana, los SAF de cacao (*Theobroma cacao* L.) también registran una riqueza de especies arbóreas relativamente alta y diversa (33 especies fueron encontradas en 12 500 m²)⁴⁵. Al comparar la similitud de especies arbóreas y la estructura espacial entre bosques primarios, bosques secundarios y los cacaotales, se encontró que la riqueza y diversidad de especies arbóreas fue significativamente mayor en el bosque primario en

43 Luis Villavicencio-Enríquez, «Caracterización agroforestal en sistemas de café tradicional y rústico, en San Miguel, Veracruz, México», *Chapingo* 19, núm. 1 (2013): 68-70; Carlos Hugo Avendaño-Arrazate *et al.*, «Composición arbórea de especies asociadas al cacao: selva lacandona y sistemas agroforestales, Chiapas, México», *Agronomía Mesoamericana* 32 (2021): 365-81.

44 Chablé-Pascual *et al.*, «Estructura, diversidad y uso de las especies».

45 Vebrova *et al.*, «Tree diversity in cacao agroforests».

comparación con los bosques secundarios y los SAF de cacao; sin embargo, los SAF de cacao y el bosque secundario fueron bastante comparables en cuanto a la estructura, familias y riqueza de especies. A pesar de esto, dichos sistemas resultan ser altamente valorados por la capacidad de suministrar una diversidad de productos y servicios para la población.

Perry *et al.*⁴⁶ realizaron un estudio en la región de Pucallpa, Perú, con el objetivo de evaluar la composición de las comunidades de insectos en cinco ecosistemas predominantes, siendo estos: bosque natural, SAF multiestrato, SAF con cacao, cultivos anuales y maleza. Como resultado de la investigación se analizaron 3119 insectos correspondientes a 64 familias; la mayor abundancia se encontró en el bosque natural con 1348 individuos en 758 morfoespecies, seguido de los SAF con 992 individuos en 540 morfoespecies. Estos resultados confirman que los SAF son capaces de conservar parte de la biodiversidad original de los bosques primarios y pueden formar reservorios adecuados para algunas especies de insectos característicos del bosque tropical.

Diferentes estudios en el trópico coinciden en que la diversidad en la composición florística de los sistemas agroforestales es el factor clave para el funcionamiento, generación de productos y servicios importantes para la satisfacción de necesidades fundamentales de la población, tales como: alimentación, combustible, medicina; así como la provisión de servicios como sombra, control de erosión y mejora del suelo⁴⁷. La diversidad registrada en algunos sistemas productivos tradicionales en países como México, Guatemala, Nicaragua y Costa Rica puede cubrir durante el año buena parte de las necesidades básicas de las familias; sin embargo, es importante mencionar que aún con el manejo diversificado de sus tierras, las familias siguen sufriendo de escasez de alimentos en determinadas épocas del año⁴⁸.

46 Jitka Perry *et al.*, «How natural forest conversion affects insect biodiversity in the Peruvian Amazon : Can agroforestry help?» *Journal Forests* 7, 82 (2016): 2-13, acceso el 9 de septiembre de 2021, DOI:10.3390/f7040082

47 Méndez *et al.*, «Conservación de agrobiodiversidad»; Ruiz, Rivas y Gutiérrez, «Huertos familiares».

48 Christopher M. Bacon *et al.*, «Are sustainable coffee certifications enough to secure farmer livelihoods? The Millenium Development Goals and Nicaragua's fair trade cooperatives», *Globalizations* 5 (2008): 259-274.

Existe una variedad de estudios que están promoviendo el potencial de la agroforestería como una herramienta para la conservación de la biodiversidad. Es evidente que la diversidad de flora y fauna suele ser más alta en aquellos sistemas agroforestales estructuralmente complejos, mayor que en los paisajes agrícolas convencionales, pero menor que los bosques naturales⁴⁹.

La importancia de la diversidad de especies suministradas por los SAF posee un mayor impacto en países de América Latina, donde se presentan altos índices de población que viven en condiciones de pobreza y pobreza extrema. Por ello, cualquier enfoque dirigido hacia la conservación de la biodiversidad debe considerar como base fundamental los medios de vida y la economía rural, y reconocer a los mismos agricultores como agentes clave para crear paisajes resistentes que fomenten la producción sustentable, la conservación de biodiversidad y los conocimientos tradicionales⁵⁰.

2.5 Análisis de nube de palabras: principales tendencias de investigación

Para el análisis de la nube de palabras se tomó como base las fuentes primarias identificadas (libros y artículos científicos), las cuales fueron 52 (n=52). Los elementos que se tomaron en cuenta para la elaboración de este análisis fueron: título, resumen y palabras clave. La ilustración 2 destaca las palabras clave en mención para la presente revisión, siendo estas: sistema, agroforestales, diversidad, cacao, conservación, biodiversidad, café y paisaje.

Las palabras identificadas están organizadas en función de su importancia, no obstante, en la nube de palabras surgen palabras como estrategias, medios, cambios, fincas, servicios y clima, las cuales sugieren temas de importancia para las prácticas agroforestales y la consecución de los bienes y servicios que proveen.

49 Götz Schroth y Celia Harvey, «Biodiversity conservation in cocoa production landscapes: An overview», *Biodiversity and Conservation* 16 (2007): 2237-2244; Lojka *et al.*, «Multistrata systems»; Haggar *et al.*, «Contribution of agroforestry systems».

50 Harvey *et al.*, «Integrating agricultural landscapes».

Uno de los mayores aportes en términos ecológicos es la conectividad entre áreas protegidas y el entorno del paisaje agroforestal, clave para la conservación de la biodiversidad en todas sus dimensiones. La diversificación de los SAF es una estrategia prometedora para enfrentar los efectos de la pérdida de biodiversidad de hábitats naturales, sin embargo, no existe una estrategia contundente sobre cómo diversificar los sistemas productivos y que estos sean una oportunidad para enfrentar los desafíos agroecológicos y socioeconómicos que afectan a los productores.

Una característica importante de los sistemas agroforestales es la diversidad y riqueza de especies que en ellos se encuentran, ya que ayuda a enfrentar la inseguridad alimentaria que viven muchas de las familias de las regiones tropicales del mundo. El efecto de esta característica es un círculo virtuoso, puesto que la población valora los servicios y productos suministrados por estos sistemas, y por consiguiente revaloriza el sistema como un mecanismo de conservación de biodiversidad. Sin embargo, este tipo de sistemas presenta ciertas limitantes, como la sustentabilidad económica durante algunas temporadas del año, o ante la ocurrencia de fenómenos naturales que pueden generar desastres.

Las políticas mundiales, programas, proyectos y todos los esfuerzos enfocados en la conservación del medio ambiente y la agrobiodiversidad deben dirigir sus acciones al valor de los conocimientos tradicionales. Estos juegan un papel importante en el manejo de los recursos, principalmente en manejo de semillas, uso del suelo y prácticas de manejo de sistemas agroforestales. Todas estas actividades han permitido a la humanidad conocer y disfrutar de especies únicas y endémicas de cada región.

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, a su programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria (CRIA), al Instituto Tecnológico Maya de Estudios Superiores (Itmes) y a la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (Senacyt) por el apoyo para la realización de este estudio. Las sugerencias de los revisores sirvieron para consolidar la versión final.

Bibliografía

- Asare, Richard. «A review on cocoa agroforestry as a means for biodiversity conservation». Ponencia presentada en la World Cocoa Foundation Partnership Conference. Bruselas, mayo de 2006.
- Atangana, A.; Damase Khasa, Scott Chang y Ann Degrande. *Major Agroforestry Systems of the Humid Tropics*. (Springer, Dordrecht, 2014), 49-93. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7723-1_4
- Avendaño-Arrazate, Carlos Hugo, Gicli Manuel Suárez-Venero, Alexander Mendoza-López, Misael Martínez-Bolaños, Jorge Reyes-Reyes y Saúl Espinosa-Zaragoza. «Composición arbórea de especies asociadas al cacao: selva lacandona y sistemas agroforestales, Chiapas, México». *Agronomía Mesoamericana* 32 (2021): 365-81.
- Bacon, C. M.; V. E. Méndez, M. A. Flores Gómez, D. Stuart y D. Díaz Flores. «Are sustainable coffee certifications enough to secure farmer livelihoods? The Millenium Development Goals and Nicaragua's fair trade cooperatives». *Globalizations* 5 (2008): 259-74.
- Barragán Márquez, Mishelle Stefaníe. «Composición florística, estructura y diversidad vegetal en sistemas agroforestales tradicionales y silvopastoriles del Cantón Valencia, Provincia Los Ríos». Tesis de maestría, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. 2019.
- Behera, Laxmikanta, Manas Ranjan Nayak, Rajesh Gunaga, y Manmohan J Dobriyal. «A land use system agroforestry for biodiversity conservation of native species». *Multilogic in Science* 7, núm. 12 (2015): 125-130.
- Bezerra Figueiredo, Marcos Antonio. «Prácticas campesinas agroforestales para incrementar la biodiversidad: el caso de Pernambuco en Brasil». *Leisa Revista de Agroecología* 35 (2019): 2-35.
- Bhagwat, Shonil A.; Katherine J. Willis, Harry John B. Birks y Robert J. Whittaker. «Agroforestry: A refuge for tropical biodiversity?». *CellExpress* 23, núm. 5 (2008): 261-267.
- Bogarín Bermúdez, Nazaret. «Servicios ecosistémicos reconocidos por los habitantes de la zona de amortiguamiento del Macizo Peñas Blancas, en el territorio centro norte de Nicaragua». Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie). 2014.
- Chablé-Pascual, Rosalva; David Jesús Palma-López, César Jesús Vázquez-Navarrete, Octavio Ruiz-Rosado, Ramón Mariaca-Méndez, y Jesús Manuel Ascensio-Rivera. «Estructura, diversidad y uso de las especies en huertos familiares de La Chontalpa, Tabasco, México». *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 2, núm. 4 (2015): 23-29.

- Consejo Nacional de Áreas Protegidas –Conap–. «IV Informe Nacional de Cumplimiento a los Acuerdos del Convenio sobre Diversidad Biológica ante la conferencia de las partes –CDB–» (2009):1-134.
- Cornejo M., Maritza. «Conocimientos tradicionales sobre el uso de plantas y estrategias de vida de la Comunidad Chaapampa, Provincia Manco Kapac La Paz-Bolivia: Un estudio cualitativo del vínculo entre el ser humano y las plantas, como aporte para la conservación de la diversidad florística». Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie). 2015.
- Dagar, Jagdish Chander y Vindhya Prasad Tewari (eds.). *Agroforestry Anecdotal to Modern Science*. India, 2017.
- Daza González, Sandra y Lina Echavarría Ardila. «Diagnóstico y diseño de alternativas agroforestales para la finca El Retoño, en el municipio de Sylvania, Cundinamarca». Tesis de licenciatura, Universidad Distrital Francisco José Caldas. 2013.
- De Angelo, Carlos, Agustín Paviolo y Mario Di Bitetti. «Differential impact of landscape transformation on pumas (*Puma concolor*) and jaguars (*Panthera onca*) in the Upper Paraná Atlantic Forest». *Diversity and Distributions* 17 (2011): 422-436.
- De Selliers, Jacques; Green Facts. «Biodiversidad El consenso científico». Resumen del informe de la evaluación de ecosistemas del milenio (2010): 40-46.
- Gómez-Luna, Eduardo; Diego Fernando-Navas, Guillermo Aponte-Mayor y Luis Betancourt-Buitrago. «Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización». *DYNA* 81, núm. 184 (2014): 158-163.
- Haggar, Jeremy; Diego Pons, Laura Saenz y Margarita Vides. «Contribution of agroforestry systems to sustaining biodiversity in fragmented forest landscapes». *Agriculture, Ecosystems and Environment* 283 (2019): 2-8.
- Harvey, Celia A., Oliver Komar, Robin Chazdon, Bruce G. Ferguson, Bryan Finegan, Daniel M. Griffith, Miguel Martínez-Ramos, Helda Morales, Lorena Soto-Pinto, Michiel van Breugel, Mark Wishnie y Ronald Nigh. «Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican Hotspot». *Conservation and Policy* 22, núm. 1 (2008): 8-15.
- Imbach, Alejandro C. *Estrategias de vida: Analizando las conexiones entre la satisfacción de las necesidades humanas fundamentales y los recursos de las comunidades rurales*. Costa Rica: Editorial Geolatina, 2012.
- Jitka, Perry; Bohdan Lojka, Lourdes G Quinones Ruiz, Patrick Van Damme, Jakub Houška y Eloy Fernandez Cusimamani. «How natural forest conversion affects insect biodiversity in the Peruvian Amazon: Can agroforestry help?» *Journal Forests*, 7-82 (2016): 2-13. Acceso el 9 de septiembre de 2021. Doi.org/10.3390/f7040082
- Krishnamurthy, L. y Marcelino Ávila. *Agroforestería básica*. México, D.F.: Red de Formación Ambiental, 1999.

- Laurenceau, Martin y Lorena Soto Pinto. «Sistemas agroforestales para la adaptación al cambio climático en el área protegida La Frailescana, Chiapas, México». *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* 15, núm. 30 (2015): 20-49.
- Lojka, B., L. Pawera, M. Kalousová, L. Bortl, V. Verner, J. Houška, W. Vanhove y P. Van Damme. «Multistrata systems: Potentials and challenges of cocoa-based agroforests in the humid tropics». En: Dagar, J., Tewari, V. (eds.) *Agroforestry*. Singapur: Springer, 2017. https://doi.org/10.1007/978-981-10-7650-3_23.
- López Aguilar, Diana Carolina y Susan Aracelly Sevilla Ramos. «Caracterización de fauna silvestre con fines ecoturísticos de la finca agroecológica Tonantzín en Diriamba, Carazo, 2016». Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria. 2017.
- McNeely, Jeffrey A., y Sara J. Scherr. *Ecoagricultura: Estrategias para alimentar al mundo y salvar la biodiversidad silvestre*. San José, C.R.: IICA, Island Press, 2008.
- McNeely, Jeffrey A. y Götz Schroth. «Agroforestry and biodiversity conservation-traditional practices present dynamics and lessons for the future». *Biodiversity and Conservation* 15 (2006): 549-54.
- Méndez, V.E.; C.M. Bacon, M.B. Olson, K.S. Morris, y A. Shattuck. «Conservación de agrobiodiversidad y medios de vida en cooperativas de café bajo sombra en Centroamérica». *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente* 22, núm.1 (2013): 16-24.
- Montagnini, Florencia; Eduardo Somarriba, Enrique Murgueitio, Hugo Fassola y Beatriz Eibl. *Sistemas agroforestales funciones productivas, socioeconómicas y ambientales*. Turrialba, Costa Rica: Cipav, Cali, Colombia, 2015.
- Morales Lozano, Bryan Mauricio. «Análisis de sistemas agroforestales y su alternativa sostenible en la producción agropecuaria del Huila». Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. 2018.
- Navarro Garza, Hermilio; Alfredo Santiago Santiago, Miguel Angel Musálem, Heike Vibrans Lindemann, y Ma. Antonia Pérez Olvera. «La diversidad de especies útiles y sistemas agroforestales». *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 18, núm. 1 (2012): 71-86.
- Nicli, Sara; Jasmin Mantilla-Contreras, Roberto Waldemar Moya Fernandez, Markus Schermer, David Unger, Saskia Wolf, y Stefan Zerbe. «Socio-economic, political, and institutional sustainability of agroforestry in Alta Verapaz, Guatemala». *Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics* 120, núm. 1 (2019): 105-17.
- Noscue, Erly Alexia. «Adopción de los sistemas agroforestales con el cultivo del café (*Coffea Arábica*)». Trabajo de grado de La Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 2014.

- Ospina Pedraza, Mayra Alejandra. «Evaluación de la diversidad taxonómica en sistemas agroforestales y su relación con los servicios ecosistémicos de fincas participantes del Programa MAP-Noruega en los territorios Trifinio y NicaCentral». Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Catie). 2017.
- Otavo, Samuel, y Cristian Echeverría. «Fragmentación progresiva y pérdida de bosques naturales en uno de los hotspot mundiales de biodiversidad». *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88 (2017): 924-935.
- Peres, Carlos A.; Toby A. Gardner, Jos Barlow, Jansen Zuanon, Fernanda Michalski, Alexander C. Lees, Ima C.G. Vieiva, Fatima M.S. Moreira, y Kenneth J. Feeley. «Biodiversity conservation in human-modified Amazonian forest landscapes». *Biological Conservation* 143 (2010): 2314-2327.
- Pérez-Olmos, Karina Nicole, y Noé Aguilar-Rivera. «Agritourism and sustainable local development in Mexico: A systematic review». *Environment, Development and Sustainability* 23 (2021): 17180-17200.
- Ruenes Vargas, Vanesa. *Diversidad en sistemas agroforestales de Centroamérica. Una aproximación desde el enfoque funcional*. Turrialba, Costa Rica, 2016.
- Ruiz Solsol, Henry; Gonzalo Galileo Rivas, e Isabel Adriana Gutiérrez Montes. «Huertos familiares: agrobiodiversidad y su aporte en la seguridad alimentaria en territorios rurales de Guatemala». *Agroecología* 9 (2014): 85-88.
- Sánchez Gutiérrez, Facundo; Julián Pérez Flores, José Jesús Obrador Olan, Ángel Sol Sánchez, y Octavio Ruiz-Rosado. «Tree structure of cocoa agroforestry system in Cárdenas, Tabasco, Mexico». *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6, núm. 14 (2016): 2695-2709.
- Schroth, Götz, y Celia A. Harvey. «Biodiversity conservation in cocoa production landscapes: An overview». *Biodiversity and Conservation* 16 (2007): 2237-44.
- Schroth, Götz; Celia A. Harvey, y Grégoire Vincent. «Complex agroforests: Their structure, diversity and potencial role in landscape conservation». *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Ladsapes*, 227-260. Washington D.C.: Island Press, 2004.
- Sobola, Oluronke Olubunmi; Dennis Amadi y G. Y. Jamala. «The role of agroforestry in environmental sustainability». *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* 8 (2015): 20-25.
- Stenchly, Kathrin.; Y. Clough y T. Tucharntke. «Spieder species richness in cocoa agroforestry systems. Comparing vertical strata, local management and distance to forest». *Agriculture, Ecosystems and Environment* 149 (2012): 189-94.
- Strandby Andersen, Uffe; José Pablo Prado, Ulrik Bräuner Nielsen, Carsten Smith-Hall, Charlotte Nielsen, Marten Sørensen y Johannes Kollmann. «Conservation through utilization: A case study of the vulnerable *Abies Guatemalensis* in Guatemala». *Fauna & Flora International* 42 (2008): 206-213.

- Vebrova, Hana; Bohdan Lojka, Thomas P. Husband, Maria Elena Chuspe Zans, Patrick Van Damme, Alexandr Rollo, y Marie Kalousova. «Tree diversity in cacao agroforests in San Alejandro, Peruvian Amazon». *Agroforestry Systems an International Journal Incorporating Agroforestry Forum* 88 (2013): 1101-1115.
- Vega-Jarquín, Carolina. «Un nuevo inicio: Sistemas agroforestales con cacao, un legado biocultural para construir el futuro». *La Callera* 17 (2017): 87-89.
- Villa, Pedro Manuel, Sebastião Venâncio Martins, Luisa Delgado Monsanto, Silvio Nolasco de Oliveira Neto, y Norman Mota Cacio. «La agroforestería como estrategia para la recuperación y conservación de reservas de carbono en bosques de Amazonía». *Bosque* 36, núm. 3 (2015): 347-350. Acceso el 27 de septiembre de 2021. DOI: 10.4067/S0717-92002015000300002
- Villavicencio-Enríquez, Luis. «Caracterización agroforestal en sistemas de café tradicional y rústico, en San Miguel, Veracruz, México». *Chapingo* 19, núm. 1 (2013): 68-80.
- Vos, Vincent Antoine; Olver Vaca Ruiz, y Adrián Cruz. *Sistemas agroforestales en la amazonía boliviana, una valorización de sus múltiples funciones*. Bolivia: Centro de Investigación y Promoción del Campesinado, 2015.
- Westholm, Lisa, y Madelene Ostwald. «Food production and gender relations in multifunctional landscapes: A literature review». *Agroforest Syst* 94 (2019): 359-374. Acceso el 8 de agosto de 2014. Doi.org/10.1007/s10457-019-00397-1