



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2024,
Volumen 8, Número 1.

DOI de la Revista: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1

**SISTEMAS AGROFORESTALES EN
LA REGIÓN AMAZÓNICA
ECUATORIANA**

**AGROFORESTRY SYSTEMS IN THE
ECUADORIAN AMAZON REGION**

María Adela Valdés Sáenz¹
Universidad Estatal Amazónica-Ecuador

Katia Díaz Valdés
Universidad Pinar del Río-Cuba

Yoel Rodríguez Guerra
Universidad Estatal Amazónica-Ecuador

Hiram Hernández Ramos
Universidad Estatal Amazónica-Ecuador

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10185

Sistemas agroforestales en la Región Amazónica Ecuatoriana

María Adela Valdés Sáenz¹madelavaldes@gmail.com<https://orcid.org/0000-0002-9231-1943>Universidad Estatal Amazónica
Ecuador**Katia Díaz Valdés**katiadiazvaldes@gmail.com<https://orcid.org/0000-0003-1356-0309>Universidad Pinar del Río
Cuba**Yoel Rodríguez Guerra**yoel4070@yahoo.es<https://orcid.org/0000-0001-6489-0194>Universidad Estatal Amazónica
Ecuador**Hiram Hernández Ramos**hiram03021@gmail.com<https://orcid.org/0009-0000-6722-869X>Universidad Estatal Amazónica
Ecuador

RESUMEN

Los sistemas agroforestales comprenden un uso integrado de la tierra que se ajusta particularmente a zonas frágiles y de bajos insumos, estimulando las interacciones de los componentes, dadas las condiciones económicas, ecológicas y sociales imperantes. Este trabajo tuvo el objetivo de analizar las características y evolución de los sistemas agroforestales en la Amazonía ecuatoriana que consolide la implementación de esta alternativa de producción en la región, a partir de una revisión documental de artículos de revistas indexadas y publicaciones de resultados de investigación. Se revisó sobre los antecedentes que contextualizan y dan pertinencia a la alternativa de adopción de la agroforestería, el desconocimiento del valor de los servicios ambientales y los sistemas agroforestales en la Amazonía ecuatoriana que caracterizan la diversidad cultural en la región a partir de factores que inciden. La expansión de la frontera agrícola, la explotación minero-petrolera, la comercialización de la madera y la colonización en general, han sido impactos negativos que promovieron deforestación, reducción de la diversidad biológica, de los servicios ambientales y culturales propios de la Amazonía, son procesos que han afectado la adopción de prácticas productivas sostenibles. Se reconoce la chakra como sistema diverso y tradicional desarrollado por nativos de la región de estudio, con ciertas modificaciones o alteraciones respecto al sistema original. Destaca la preferencia del agricultor amazónico por sistemas agroforestales con café, cacao y pastos, ganadería bovina y porcina. Fortalecer el intercambio entre productores e instituciones de apoyo para la promoción de la agroforestería sostenible en la Amazonía Ecuatoriana continúa siendo una tarea pendiente.

Palabras clave: sistemas agroforestales, servicios ambientales, Amazonía ecuatoriana

¹ Autor principal

Correspondencia: madelavaldes@gmail.com

Agroforestry Systems in the Ecuadorian Amazon Region

ABSTRACT

Agroforestry systems comprise an integrated use of land that is particularly suited to fragile and low-input areas, stimulating the interactions of the components, given the prevailing economic, ecological and social conditions. This work had the objective of analyzing the characteristics and evolution of agroforestry systems in the Ecuadorian Amazon to consolidate the implementation of this production alternative in the region, based on a documentary review of articles from indexed journals and publications of research results. The background that contextualizes and gives relevance to the alternative of adopting agroforestry was reviewed, the lack of knowledge of the value of environmental services and agroforestry systems in the Ecuadorian Amazon that characterize cultural diversity in the region based on influencing factors. The expansion of the agricultural frontier, mining-oil exploitation, the commercialization of wood and colonization in general, have been negative impacts that promoted deforestation, reduction of biological diversity, of the environmental and cultural services of the Amazon. processes that have affected the adoption of sustainable productive practices. The *chakra* is recognized as a diverse and traditional system developed by natives of the study region, with certain modifications or alterations with respect to the original system. The Amazonian farmer's preference for agroforestry systems with coffee, cocoa and pastures, cattle and pig farming stand out. Strengthening the exchange between producers and support institutions for the promotion of sustainable agroforestry in the Ecuadorian Amazon continues to be a pending task.

Keywords: agroforestry systems, environmental services, Ecuadorian Amazon



INTRODUCCIÓN

La Amazonía ecuatoriana tiene una extensión aproximada de 120 000 km², que corresponde al 43% de la superficie terrestre continental e insular. (Plan Integral para la Amazonía 2021 – 2025), Comprende las provincias de Sucumbíos, Orellana, Napo, Pastaza, Morona y Zamora. La Región Amazónica Ecuatoriana (RAE), se considera un destacado punto caliente de biodiversidad en la Tierra, (Jenkins et al., 2013).

En esta región la deforestación y la degradación forestal son el resultado de la interacción entre varios impulsores subyacentes y directos que actúan a escala global, regional y local. (Armenteras et. al 2017; Clerici et. al 2020; Informe de evaluación de Amazonía 2021-2022). Los impulsores subyacentes son factores que afectan las acciones humanas como la falta de gobernanza y la variación, tanto en el precio de los productos básicos, como en el precio de la tierra (Nepstad et. al 2014 y Brandão et. al 2020), por el contrario, los impulsores directos representan las acciones humanas que impactan la naturaleza (IPBES 2019), incluyendo la expansión de pastos y tierras de cultivo, la apertura de nuevas carreteras, la construcción de represas hidroeléctricas o la explotación de minerales y petróleo (Fearnside 2016; Sonter et. al 2017). Al 2018, aproximadamente el 14% del bioma amazónico había sido deforestado, principalmente por la sustitución de bosques por pastizales.

En la Amazonía se han implementado sistemas agropecuarios extensivos, generando alta degradación de bosques nativos y sobreexplotando los recursos naturales, resultando en una masiva ampliación de la frontera agrícola, talado de bosques y reducción de especies nativas y suelos degradados. Bajo este contexto, se pretende transformar las actividades de producción agropecuarias en sistemas agroproductivos sostenibles bajo perspectivas económicas, sociales, ambientales y culturales, mediante la implementación de la planificación integral de la finca, para así liberar áreas de pastos que serán destinadas a la diversificación de cultivos y a la reforestación. (MAG, 2016 y Plan Integral para la Amazonía 2021 – 2025).

Los sistemas agroforestales permiten interacciones simbióticas, ecológicas y económicas entre los componentes maderables y no maderables para incrementar, sostener y diversificar la producción; así se tiene que los sistemas que incorporan árboles y arbustos perennes tienen la ventaja de producir leña, frutos, forraje, y otros productos, además mantienen y mejoran el suelo, así como disminuyen los riesgos



de producción ante variaciones estacionales del ambiente (Céspedes, 2017). La meta de un sistema agroforestal es establecer un equilibrio entre la diversidad y complementariedad de acuerdo con el lugar donde se encuentra y así poder mantener un balance equilibrado en el uso del recurso hídrico y la fertilidad indefinida del suelo mediante el reciclaje de nutrientes. En este contexto la agroforestería está considerada como un sistema de uso del suelo que integra social y ecológicamente los árboles, cultivos agrícolas y/o producción animal en forma simultánea o secuencial permitiendo la existencia de una riqueza en agrobiodiversidad, especialmente en condiciones de tierras marginales y de bajo nivel de insumos (Ospina, 2015). Optimizar la producción por unidad de área mientras que al mismo tiempo se respeta el principio de obtener rendimientos sostenibles. (Torres, et. al., 2015). En fincas y paisajes agrícolas, diversifica y sustenta la producción e incrementa los beneficios sociales, económicos y ambientales de agricultores de todos los niveles (Mata, et. al. 2018).

Los sistemas agroforestales (SAF), han sido reconocidos por la FAO como Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM). Se trata de agroecosistemas únicos que las comunidades rurales han forjado a lo largo de generaciones para propiciar medios de vida viables, ecosistemas resilientes, paisajes de notable belleza estética y elevados niveles de biodiversidad, atributos que salvaguardan las dimensiones de la seguridad alimentaria: disponibilidad, acceso, estabilidad y utilización. (FAO, 2018; García y Bigné, 2020 y Zerpa, et. al., 2022).

Los sistemas agroforestales constituyen una alternativa ante la problemática de los monocultivos y la deforestación, permiten desplazarlos debido a que implican la combinación de árboles forestales con otros cultivos o con animales, o ambos.

Este trabajo pretende analizar las características y evolución de los sistemas agroforestales en la Amazonía ecuatoriana a partir de una revisión documental que consolide la implementación de esta alternativa de producción.

METODOLOGÍA.

El presente trabajo se establece en la modalidad de investigación bibliográfica- documental en base a considerar enfoques y criterios de autores acerca de los sistemas agroforestales en la RAE publicados en español e inglés, fundamentalmente en los últimos diez años. Para la evaluación de la calidad de los

artículos se eligieron aquellos que constituyeran documento de elaboración de políticas públicas o artículos de revistas indexadas y publicaciones de resultados de investigación.

Los planteamientos cualitativos son una especie de plan de exploración y resultan apropiados cuando el investigador se interesa por el significado de las experiencias, los valores humanos y el ambiente natural en que ocurre el fenómeno estudiado; así como cuando se busca una perspectiva cercana de los participantes. (Sampieri y Mendoza, 2018). La selección de las referencias fue aleatoria para el primer autor hasta completar un número que pudieran considerarse los principales sobre el tema en la región. El punto de corte en la búsqueda se determinó cuando los títulos y autores citados empezaron a repetirse y el número de nuevos ingresos a la lista disminuyó de manera significativa, de un total de 86 artículos se trabajó con 69 que se ajustaban al objetivo. Con este método de muestreo no probabilístico, propio de las técnicas de investigación cualitativas, se pretende alcanzar la generalización, siguiendo las redes de la comunicación científica en la temática planteada como objetivo.

Los aspectos seleccionados a tratar fueron: antecedentes que justifican, estructuran, contextualizan y dan pertinencia a la alternativa de adopción de SAF en la RAE, servicios ambientales en sistemas agroforestales, por lo difícil de desarrollar una política de conservación ambiental cuando se desconoce el valor económico de los bienes y servicios de los ecosistemas que se están alterando, y sistemas agroforestales en la Amazonía ecuatoriana que caracterizan la diversidad biocultural en la región a partir de factores que los favorecen y/o los amenazan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antecedentes para Adopción de SAF en la RAE

Una visión general sobre las investigaciones de los territorios de la Amazonía aporta una imagen compleja compuesta por un mosaico de situaciones territoriales caracterizadas por la coexistencia de diversos actores: desde pueblos indígenas y colonos, hasta trabajadores (migrantes temporales y definitivos) dedicados a las actividades mineras, la explotación petrolera y los servicios. A estos últimos se suman los pobladores urbanos, es decir, actores emergentes y que en la actualidad son los protagonistas de un proceso novedoso al que se ha denominado “urbanización amazónica”. (Fernando, 2017). El modelo actual del sistema de asentamientos humanos es el fruto de una progresiva adaptación histórica que tiende a maximizar el aprovechamiento de los recursos y las oportunidades de la



localización y que resulta afectada por decisiones de orden político y administrativo. (Vargas, et. al., 2018 y Plan Integral para la Amazonía 2021 – 2025).

La expansión de la frontera agrícola, la explotación minero-petrolera, la comercialización de la madera y la colonización en general, producen cada vez más impactos negativos sobre estos ecosistemas lo cual conlleva a una mayor deforestación, una reducción de la diversidad biológica y de los servicios ambientales y culturales propios de la Amazonía, al mismo tiempo que ejercen presión para el abandono de formas tradicionales de gestión territorial. (Mejía et al., 2015; Torres et al., 2018; Vasco et al., 2018 y Torres, et. al., 2020).

A partir del ingreso de las empresas transnacionales dedicadas a la explotación petrolera y de las contradicciones del Estado ecuatoriano en torno al manejo de los territorios y los recursos de la Amazonía, se constata un incremento de los conflictos socioambientales no solo entre las empresas petroleras y los pueblos indígenas, sino también entre estos últimos y los colonos. En este marco, fueron ganando terrenos otros actores como las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) nacionales e internacionales, al tiempo que se fue conformando una masa crítica compuesta por investigadores, activistas y dirigentes indígenas preocupados por la rápida expansión de los territorios bajo explotación petrolera y los impactos ambientales sobre las áreas controladas ancestralmente por los pueblos originarios. (Caicedo, 2019).

La titulación de tierras en sí no asegura mejor bienestar de los pequeños campesinos y se ha vuelto un medio funcional para la concentración de tierras y la degradación del medio ambiente. Lo que desde un punto de vista jurídico significa dar claridad en los derechos de propiedad, en la práctica significa la repartición de rentas, que tienden a valorizarse en la medida en que la frontera agrícola se va expandiendo. Por ello, adquiere amplio sentido la racionalización de la propiedad y uso de la tierra, mediante medidas fiscales que graven el uso inadecuado de las tierras y la sanción efectiva a la apropiación indebida de las mismas, con el propósito estratégico de un ordenamiento ambiental territorial guiado por la utilización y ocupación de los suelos según sus vocaciones, que al mismo tiempo regule las presiones sobre los ecosistemas más vulnerables como los que componen buena parte de la Amazonia. Durante demasiado tiempo han existido desencuentros de valor y significación entre lo estatal y lo amazónico. La responsable articulación de las políticas públicas nacionales y los actos del



poder público, con las particulares características de la región. (Plan Integral para la Amazonía 2021 – 2025).

El marco legal vigente debe ser revalorado y reposicionado para las actuales y futuras generaciones ya que mantiene enfoques del aprovechamiento forestal bajo conceptos y criterios esencialmente extractivistas, lo cual dificulta la toma de decisiones coherentes con la realidad del contexto y no permite tener un conocimiento pleno de las situaciones reales. (Añazco, et. al., (2010). Ello potenciaría el manejo de sistemas agroforestales y otras acciones encaminadas a la protección y conservación de los diferentes ecosistemas amazónicos. (Barrantes, Chaves y Vinueza, 2001). La aplicación de una política como la sugerida requiere una estructura jurídica e institucional moderna y actual. Todas estas acciones, han estado amparadas en una política de largo plazo soportada en la Estrategia Nacional de Desarrollo Forestal Sustentable y Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre. Además, se espera que estas diferencias y contrastes de información y estadísticas, sean actualizadas y se disponga de información oficial al respecto, donde procesos como la Evaluación Nacional Forestal, la Línea base de Deforestación y otros ayudarán a solventar estas interrogantes. (Añazco, 2010).

Las condiciones de clima extremadamente lluvioso, con suelos poco fértiles y susceptibles al lavado de nutrientes o susceptibles a erosión, explicarían la poca aptitud de la región para actividades agropecuarias, pero si para sistemas productivos análogos al bosque o para sistemas conservacionistas. (Torres, et. al., 2017). Los sistemas de producción convencionales actuales generan presión hacia el bosque primario y favorecen la deforestación. (Vargas, et. al., 2018), sin embargo, a pesar de los cambios de uso del suelo, los bosques contribuyen significativamente a los ingresos de los hogares rurales, teniendo en cuenta que estos medios de vida cambian a medida que los paisajes forestales cambian (Rasmussen et al., 2017 y Torres, et. al., 2018). Hoy en día es indiscutible la importancia de la contribución del bosque como potencial de alimentos silvestres que contribuyen a la seguridad alimentaria y la nutrición de varias maneras, dado que las personas que viven cerca del bosque tienen mayor acceso a los alimentos forestales como frutas silvestres, hojas verdes, larvas, caracoles y carne de monte. (Pingali, 2015; Powell et al., 2015 y Hickey et al., 2016),

La agricultura familiar es la opción principal de agro-organización en los sistemas agropecuarios, piscícolas, agroforestales, acuícolas y forestales en la región. (FAO, 2014 y Zerpa, et. al., 2022).



Es necesario desarrollar y mejorar el mercado para los productos, más del 66% de la población rural en la región percibe como único ingreso el de origen agropecuario, a pesar de la situación de producción desordenada y sin tecnología, lo que explica, en gran medida, la pobreza generalizada de la población. Además, está condenado a vender en la primera escala de la cadena productiva, es decir a los precios más bajos, precisamente por vender materias primas, mientras que está condenado a comprar, en la última etapa de la cadena productiva, es decir, compra insumos, herramientas y materiales terminados, empacados, etiquetados e importados, y por lo tanto, paga no solamente el valor agregado en extremo, sino aranceles, tasas, transporte, regalías, etc., y obviamente, existe un gran diferencial negativo en su contra, entre lo que paga por lo que compra y lo que recibe por lo que vende. (Vargas, et. al., 2018).

Como la producción agrícola no da muchos excedentes para obtener ingresos, por ello venden lo obtenido por cacería o sirven como jornaleros. Hay casos que el padre debe trabajar ocasionalmente como jornalero para obtener el dinero que le hace falta. Se tiene la idea que las actividades agrícolas no generan riqueza (muchas veces el desconocimiento de rentabilidad oculta inclusive pérdidas económicas) y se da la tendencia de cambiar de actividad y buscar trabajos asalariados que fomentan la migración hacia zonas urbanas. A esto se suma la tendencia del país con planes de inversión en infraestructura (vial, hidroeléctricas, industrias extractivas), lo cual a su vez está generando una concentración de empleos fuera de las fincas, mayor poder adquisitivo y conectividad en las familias de los grupos de estudio. (Torres, et. al., 2017). El acceso a las comunidades ha mejorado en algunos casos, se asume que esa tendencia continuará y de esa manera habrá más contacto con otra gente, pero esto requerirá de ayuda para capacitar a las familias en diferentes aspectos de comercialización.

Con estos antecedentes se comprueba que las dinámicas y el funcionamiento de los sistemas productivos de las comunidades y pueblos indígenas del Ecuador y las iniciativas en el sentido de mejorar sus medios de vida no han tenido sostenibilidad, han tenido un enfoque académico nacional y/o foráneo, en la mayor parte de los casos ajeno a las necesidades reales de las comunidades y pueblos indígenas involucrados. Sin embargo, ha sido valioso el trabajo de algunas organizaciones, con la participación de las comunidades y pueblos indígenas, para levantar y sistematizar información y reflexiones que pueden servir para orientar decisiones estratégicas en torno a los sistemas agroforestales, especialmente en el contexto de la biodiversidad, el manejo de los recursos hídricos y el cambio climático, pero aún



no han tenido eco en las políticas públicas. Existe apertura y disponibilidad en las nacionalidades en capacitarse y ejecutar proyectos relacionados con conservación, restauración ecológica, restauración productiva o forestería análoga, manejo forestal sostenible y desarrollo comunitario en aras de mejorar sus medios de vida sostenibles. (Torres, et. al., 2017).

La escasa planificación, mal manejo de los sistemas agroforestales son problemas que están presentes en el Ecuador y el mundo (Benavides, 2013 y Celi y Aguirre, 2022). Si los sistemas agroforestales no son manejados pueden tener consecuencias negativas como: la caída natural de ramas y árboles que afectan a las plantas de cultivo, defoliación de árboles que proporcionan sombra por causa de insectos o enfermedades, disminución de la protección del suelo contra la erosión hídrica, competencia de los componentes del sistema agroforestal por nutrientes, agua y luz y un sombrero demasiado denso en el sistema puede reducir la productividad del cultivo. (Morán, 2015). En la última década se han desarrollado iniciativas conjuntas entre organizaciones no gubernamentales, organizaciones campesinas, universidades y centros de investigación para la caracterización, inventario, recuperación y mejoramiento de la Agroforestería tradicional. (Moreno, et. al., 2014).

Servicios Ambientales en Sistemas Agroforestales

La valoración económica de los servicios ecosistémicos está en sus etapas iniciales de comprensión y análisis y es una de las principales dificultades en la implementación del pago por servicios ambientales. Comisión Económica para América Latina y el Caribe y Patrimonio Natural, (CEPAL, 2013).

En la práctica, los servicios ambientales representan un subsidio ambiental que no está siendo incorporado ni analizado apropiadamente. Es decir, hay un beneficio económico dado por el aprovechamiento de bienes y servicios ambientales, pero no hay una consideración de los costos que le significan a la sociedad mantener ese flujo de bienes y servicios. Es importante considerar que los costos de oportunidad, secundarios a la pérdida de los recursos naturales pueden tener graves implicaciones sociales. Cuando un recurso es escaso, como por ejemplo la fauna silvestre y su entorno natural es afectado por un cambio de uso del suelo, se producen impactos negativos en las poblaciones humanas que lo utilizan (en este caso como proteína animal). Por esta razón existe la urgente necesidad de tomar medidas para aprovechar el flujo de bienes y servicios del bosque que permita conservar el capital natural. (Casanova, et. al., 2016. y



Vargas, et. al., 2018).

Los sistemas productivos pueden ser de alto valor ambiental cuando son manejados con prácticas de la agroforestería. Las investigaciones en marcha están profundizando sobre aspectos de los servicios ecosistémicos que brindan, la sostenibilidad ambiental y económica de estos sistemas y a la vez fortaleciendo los conocimientos de cómo se pueden consolidar las innovaciones de la agroforestería para el conjunto de la Amazonía. Considerar la inclusión del pago por servicios ambientales, calidad y certificación de los productos, valor agregado y canales de comercialización con la finalidad de incentivar la producción diversificada en base a sistemas agroforestales sostenibles, adaptados a los ecosistemas frágiles de la Amazonía Ecuatoriana.

El papel real y potencial de los SAF en capturas de carbono, conservación de recursos naturales, seguridad alimentaria y percepción de ingresos económicos se ha demostrado en distintas eco-regiones del mundo. (Zerpa, et. al., 2022). Además, dichos servicios ambientales varían a distintos niveles espaciales (local, regional o global). (Shibu, 2009). A pesar de algunas diferencias en la definición exacta de la agroforestería, todos reconocen que la integración de árboles o arbustos con otros elementos de la agricultura (es decir, cultivos y ganado) puede aumentar la fertilidad del suelo, reducir la erosión, mejorar la calidad. del agua y aire, favorecer la biodiversidad, mejorar el atractivo estético, aumentar la captura y almacenamiento de carbono y reducir las emisiones de metano del ganado (Montagnini et al., 2015; Casanova, et. al., 2016 y Arauz, 2018).

Servicios, tales como la provisión de hábitat para la fauna, la conservación de la biodiversidad animal y vegetal o el almacenamiento de carbono, podrían ser remunerados por mecanismos que valoren los beneficios ecológicos de las plantaciones agroforestales. (Caicedo, 2020). Los informes científicos que respaldan estos beneficios han aumentado notablemente, se han centrado en un solo servicio ambiental agroforestal; por ejemplo, impactos en la conservación de la biodiversidad en paisajes tropicales, fertilidad del suelo o potencial de secuestro de carbono (Montagnini, et. al., 2015).

Fijación de carbono

Los sistemas agroforestales tienen gran potencial para retener el carbono atmosférico, tanto en las partes aéreas de las plantas, como en el sistema radical y en la materia orgánica del suelo; representan una alternativa para los productores al reducir la dependencia de un solo cultivo, logrando por lo



general, incrementar la rentabilidad en las fincas (Farfán 2014; Casanova, et. al., 2016 y Subía, et. al., 2017).

Al estudiar la tasa de fijación de carbono en sistemas agroforestales gestionados por pequeños productores, se confirma que “una determinada combinación entre dos o más especies en un sistema contribuye a que exista una mayor cantidad de C”. (Añazco y Fernández. 2021).

Reporte en cuatro sistemas agroforestales combinados con *Theobroma cacao* L señalan que la cantidad de carbono en el suelo se define por las características fisicoquímicas del suelo y no por las especies y/o edad del sistema agroforestal. (Surco y Garate, 2022).

En una hectárea de cacao en el sistema chakra amazónico, se almacena una media de entre 140,33 y 206,65 Mg C/ha (toneladas de carbono por hectárea) en el suelo, y unas 30 toneladas C/ha en la biomasa aérea del sistema. Esto representa entre el 42 y el 52% del carbono contenido en un bosque primario en esta misma zona. Estos resultados significan que, en Ecuador, la chakra amazónica es una herramienta complementaria no sólo para la conservación de los recursos naturales, sino también para la mitigación del cambio climático a través del secuestro de carbono. (SIPAM/FAO, 2023).

En un sistema silvopastoril estudiado de diez años de establecimiento se almacenaban entre 12 y 228 t C ha⁻¹. (Medina, Cobos y Lombeida, 2020).

Los montos pagados por almacenamiento de C no suelen ser suficientes para influir fuertemente en el uso de la tierra. (Pardo y Sanjinés, 2014).

Conservación del suelo

Para poner en marcha estrategias de conservación y uso adecuado de los suelos en la Amazonía ecuatoriana es importante hablar sobre los sistemas agroforestales, con sus interacciones, debido a que permiten el mejoramiento o mantenimiento de la fertilidad debido al aumento en la capacidad de reciclaje de nutrientes y adición de residuos. La estabilidad de la temperatura del suelo converge con menores pérdidas por volatilización del nitrógeno, además la capacidad de absorción e infiltración del agua se incrementa, lo cual favorece la reducción de la erosión. (Céspedes, 2017, y Paredes, et. al., 2018).

Los SAF están considerados como protectores y mejoradores del suelo, lo que está relacionado con el crecimiento de los árboles fijadores de nitrógeno (N) que aumentan la disponibilidad de nutrientes a



través de la fijación biológica, reciclaje de nutrientes y acumulación de materia orgánica en el suelo. La siembra de vegetación protectora es lo que prácticamente todos los productores realizan en sus parcelas y es una actividad muy importante, conociendo que los árboles en sistemas agroforestales pueden reciclar los nutrientes, previniendo su pérdida por lixiviación, reduciendo así la contaminación de las aguas freáticas por nitratos u otras sustancias dañinas para el ambiente y la salud humana, Así mismo, en zonas del trópico húmedo donde se practica la tumba y quema con ciclos cortos, los barbechos de árboles plantados pueden evitar la pérdida de la fertilidad del suelo, la mineralización aeróbica de nitrógeno entre 0-20 cm de profundidad y el nitrógeno fijado en la biomasa, puede ser significativamente más alta después de una rotación de árboles fijadores de nitrógeno que después de barbechos con otras especies de árboles y/o pastos. (Vargas, et. al., 2018). La inclusión de cultivos y árboles fijadores de nitrógeno es una práctica común en los SAF tropicales, sin embargo, los árboles no fijadores también pueden mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos mediante materia orgánica y ciclos de nutrientes. (Petit, et. al., 2012). La rotación de cultivos y los policultivos se desarrollan con el fin de estimular la fertilidad natural del suelo, controlar las plagas y restaurar la capacidad productiva, por lo que estas prácticas pueden aumentar los rendimientos en la mayoría de los cultivos económicamente importantes. (Castillo, et., al., 2022).

Al producir frutos de cacao, café o pastos se extraen importantes cantidades de nutrientes del suelo. Los árboles de servicio presentes en sistemas agroforestales o en silvopastoriles mediante sus aportes de hojarasca y reciclaje de nutrientes permiten alcanzar producciones estables, incluso mayores a las obtenidas en los sistemas de producción manejados de manera tradicional. (Casasola, et. al., 2018).

Conservación de la biodiversidad

Los científicos y políticos son cada vez más conscientes del papel de la agroforestería en la conservación de la biodiversidad, tanto en regiones tropicales como en templadas. Proporciona hábitat para especies, conectividad mediante corredores entre hábitat, creando una red de integración que aumenta la conservación de la flora y fauna, control de erosión y recarga de aguas subterráneas, preservación de germoplasma de especies sensibles, disminuye la destrucción del hábitat, proporcionando alternativas productivas y sostenibles. (Casanova, et. al., 2016). En los últimos años se identifican esfuerzos por



establecer el papel de los SAF como sitios adecuados para especies de diferentes grupos taxonómicos. (González, Cetzal y Casanova, 2016)

Los sistemas agroforestales tradicionales tienen importancia desde el punto de vista ecológico porque ayuda a la conservación *in situ* de recursos genéticos, faunísticos; registrando una gran riqueza florística, debido a los conocimientos culturales que se transmiten de generación en generación estos sistemas se han establecido y manejado sin problema. (Guapucal, Burbano y Estacio, 2013). La conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados, de igual forma los árboles aumentan la diversidad biológica del agroecosistema creando en sus ramas, raíces y hojarasca, condiciones favorables para otros organismos. (Vargas, et. al., 2018).

Los arreglos en los SAF deben incluir diferentes formas y patrones espaciales, incorporando desde el conjunto de árboles dispersos, pasando por bosquetes dispersos, conectados por líneas de árboles multiespecies y multiestratos de amplitud variable, hasta las franjas permanentes de vegetación adyacente a campos cultivados o pasturas. Aun cuando se tiene conocimiento de su valor para la conservación, la diversidad biológica asociada a los diferentes SAF en América Tropical permanece sin ser lo suficientemente estudiada y menos aún se sabe de sistemas agroforestales diseñados para mejorar su eficiencia, tanto productiva como de conservación de la vida silvestre. (González, Cetzal y Casanova, 2016). Los estudios acumulados hasta la fecha describen con frecuencia que los SAF albergan tanta riqueza de especies como los hábitats conservados (González et. al., 2011).

Conservación del agua

En los últimos años los sistemas agroforestales se han considerado de mucha importancia para el mejoramiento del suelo por el interés económico y ecológico, para la producción agrícola, piscícola o forestal, además, funciona como reservorio, filtro de contaminantes y regulador de los flujos hídricos. (Vargas, et. al., 2018). Los árboles en los SAF influyen en el ciclo del agua al incrementar la intercepción de la lluvia y de nubes (goteo debido a la condensación al chocar las nubes con la vegetación) y al modificar la transpiración y la retención del agua en el suelo, reduciendo así la escorrentía e incrementando la infiltración. Numerosos estudios resaltan el importante rol que juegan los árboles en el ciclo hidrológico local, al mejorar la infiltración del agua en el suelo, la recarga de



aguas subterráneas, reducir la sedimentación, la erosión, y propiciar una mayor agregación del suelo (Ilstedt et. al., 2016 y Hasselquist et. al., 2018).

La infiltración en tierra cultivada con maíz o soja, o en pastizales, era cinco veces menor que en surcos de ribera cultivados con una variedad amplia de especies herbáceas y leñosas. Esto sugiere que los sistemas más diversificados pueden prevenir el escurrimiento y la pérdida de nutrientes, sin embargo, los servicios ambientales proporcionados por los SAF en relación con los ciclos del agua no se han estudiado lo suficiente. (Casanova, et. al., 2016).

Cambio climático

La variabilidad climática es una realidad con la que han tenido que vivir los agricultores en los últimos años y los sistemas agroforestales son resilientes a estos cambios climáticos debido a su alto nivel de diversidad de especies. (Moreira y Castro, 2017).

Detener el proceso de la deforestación e iniciar con procesos de reforestación y manejo sustentable a través de sistemas de producción sostenibles como la agroforestería, implicará recapturar el CO₂, disminuir la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera y reducir el calentamiento global (IPCC, 2014 y Vargas, et. al., 2018).

En el marco de la lucha contra los procesos de desertificación y sequía en las zonas secas, los sistemas agroforestales representan un mecanismo para la mitigación de los efectos y prevención de sus causas, además, son una alternativa para su manejo en laderas intervenidas o en proceso de degradación. (Mazo, Rubiano y Castro, 2016).

Los sistemas agroforestales son una de las mejores alternativas para mitigar el cambio climático y proveer alimentos funcionales y nutraceuticos que ayudan a fortalecer el sistema inmunológico. (De Melo, et., al., 2014).

Sistemas Agroforestales en la Amazonía Ecuatoriana

Un análisis comparativo de sistemas agroforestales amazónicos define que presentan características comunes: se instalan dentro de bosques, tienen una extensión de 0,5 a 1 ha, se ubican a cierta distancia de la comunidad, las herramientas más usadas son machete y hacha, la tecnología es ancestral, excepto la quema, instalan tres cultivos básicos (maíz, yuca y plátano), a veces tienen cultivos adicionales, su duración es de dos a cuatro años, estructura similar al bosque natural, no se plantan árboles ya que se



dejan los ya existentes, no se aplican insumos agroquímicos, sólo se invierte en talento humano, la producción es casi exclusivamente para alimentación familiar, obtienen proteína animal casi exclusivamente de la caza, el único mantenimiento es el deshierbe para controlar la competencia, el rendimiento agrícola inicial es bueno, no han desarrollado un sistema de comercialización, son ecológicamente estables y permiten el barbecho forestal. La mayoría de las nacionalidades indígenas tienen las mismas faenas o actividades en el sistema agroforestal. Las nacionalidades poseen el sistema agrosilvícola, integrando cultivos con árboles nativos que ya se encuentran en la parcela, sin arreglo espacial. (Torres, et. al., 2017). Dentro del aspecto productivo, los dos problemas prioritarios son: plagas y enfermedades y falta de conocimiento tecnológico para la producción. Pero, casi con la misma prioridad, aparecen: escasez de capital propio y escasez de crédito para invertir en los cultivos, precios bajos de los productos en el mercado y precios altos de los insumos, reconocen el proceso de consolidación de sus territorios con los SAF. El tema de género cruza por el tema familia, existe cierta especialización para el manejo de cultivos, podas y limpieza del área que lo efectúan en general los hombres, la cosecha la efectúan hombres y mujeres. La base del sistema productivo es agroecológica. Con la implementación de los SAF las familias cuentan con acceso a alimentos de calidad, cantidad, diversidad y de fácil disponibilidad todo el año. (Vargas, et. al., 2018).

Resumen, Celi y Aguirre, (2022), cuatro sistemas agroforestales tradicionales en la RAE: sistemas de café con especies frutales y forestales, sistemas de café con especies forestales, sistemas de cacao con especies forestales y frutales y sistemas de café y cacao con especies frutales, establecidos de forma tradicional y no manejados sosteniblemente, por lo que sugiere implementar mejoras para aumentar la productividad. Los cultivos de cacao y café en los sistemas agroforestales analizados tienen asocio con especies forestales y frutales propias de la región, lo que contribuye a la conservación de la biodiversidad. (Vargas, et. al., 2018).

Existe una estructura de, al menos, tres niveles o estratos verticales, que se establecen en los diseños agroforestales para la generación de cobertura y sombra, siempre en similitud con la estructura del bosque circundante. Están presentes otros cultivos que se destinan principalmente al autoconsumo familiar, especialmente relevantes: el plátano y la yuca. Una finca típica tiene una mezcla de cacao, plátano y yuca (Coq-Huelva et al., 2017). La preferencia del agricultor amazónico está por el cacao,



seguido por maíz y café y un poco más alejado aparecen los cultivos de yuca y plátano, además de la naranjilla, caña de azúcar y arroz. (Vargas, et. al., 2018).

Subía, Díaz y Congo, (2018), en su estudio de caso, permitió identificar que existen suelos en la región aptos para la producción de cacao y café, así como suelos que permiten la disponibilidad de pastos para la explotación pecuaria. Entre las estrategias de manejo racional de los suelos, se encuentran el aporte de biomasa, la fijación de nitrógeno por especies leguminosas, la combinación de especies cultivadas para evitar la erosión y sobre explotación, todas ellas componentes del establecimiento de sistemas agroforestales que resultan motivantes para fortalecer su implementación como una necesidad en las frágiles condiciones de la región.

Las particularidades del café y el cacao los ubican en una posición de destaque. Aún con las variaciones de precios en mercados internacionales, ambos cultivos son ampliamente demandados. La mano de obra familiar es importante dentro del sistema agroforestal de cacao y café, ya que las actividades en el SAF son asumidas en su mayoría por el núcleo familiar y en raras ocasiones se recurre a la contratación de mano de obra externa, lo que permite mayores ingresos económicos efectivos para las familias. (Vargas, et. al., 2018 y Plan Integral para la Amazonía 2021 – 2025). No obstante, no se han tenido criterios adecuados de manejo, manifestándose crecimiento inadecuado de árboles por falta de podas y gran incidencia de enfermedades, que hacen, en ocasiones, irrentable la producción (Caicedo, 2019).

La ganadería es la principal ocupación de la tierra en la Amazonía ecuatoriana (Vargas, et. al., 2018), sin embargo, se constató falta de conocimiento tecnológico para manejar el ganado y escasez de capital y crédito para invertir en los sistemas pecuarios. (Plan Integral para la Amazonía 2021 – 2025). Los sistemas de producción ganadera en la RAE tienen igual o mayor importancia que los sistemas de producción agrícola, considerando que un alto porcentaje de productores son mixtos (agricultores y ganaderos al mismo tiempo), es evidente la importancia superior de la ganadería bovina en la región, seguida por la porcina). Los sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles son determinantes para la reconversión de áreas degradadas que diversifiquen la economía y conserven el ambiente, es así como se han encontrado algunos resultados donde se destaca que las fincas con sistemas silvopastoriles son más rentables que las fincas sin usos silvícolas. (De Melo, Filho y Caicedo. 2018).



Aproximadamente el 99% de la población en la región que basa su economía en la agricultura, mantiene su producción con el sistema chakra, de valor social y cultural, que permite obtener productos de subsistencia y comercializar los excedentes en las mismas comunidades o en mercados locales cercanos. (Echezuria, 2023). Es un sistema de producción que recae en la categoría de sistemas agroforestales tradicionales y diversos, desarrollado por nativos de la RAE y replicado por los colonos, con ciertas modificaciones o alteraciones al sistema original. Los componentes vegetales de la chakra muestran una alta agrobiodiversidad representada por especies de uso múltiple que se ubican en diferentes estratos y categorías de uso, principalmente las comestibles: yuca, plátano, arroz, frejol, maní, camote, papa china y maíz, muchas de las cuales comparten las superficies sembradas con el cacao, en forma temporal. Como especies perennes, frutales y maderables de uso doméstico y venta, especialmente en las fincas de colonos sobresalen: cedro, laurel, canelo, caoba, chuncho, bálsamo, tamburo, corcho. (Torres, et. al., 2015).

Es un sistema apreciado por su gestión de paisajes productivos amazónicos, conservación y protección de fragmentos de bosque, aumento de la cobertura arbórea en las fincas y por la amortiguación y conexión de áreas protegidas (Vargas, et. al., 2018). Por estas razones, la chakra representa una estrategia local de conservación *in situ* de la biodiversidad (Grijalva et al., 2011; Arévalo et al., 2013, SIPAM/FAO, 2023). Al ser las chakras la base fundamental de la soberanía alimentaria de los pueblos y nacionalidades, su promoción y fomento es una de las prioridades en la gestión de las políticas promovidas por los Gobiernos Autónomos Descentralizados. (Plan Integral para la Amazonía 2021 – 2025).

Actualmente, varias plantas cultivadas en la chakra amazónica tienen potencial para ser desarrolladas como bioproductos en las industrias farmacéutica, nutracéutica y cosmética, constituyendo así un escenario positivo para el fortalecimiento de este sistema y promover un manejo agroproductivo libre de deforestación, orientado a una transición ecológica, utilizando el conocimiento ancestral del sistema. (SIPAM/FAO. 2023).

CONCLUSIONES

Favorecen la adopción de sistemas agroforestales en la RAE la condición de que más de la mitad del territorio tiene potencial de uso forestal y el valor de sus productos son clave en las políticas de uso



sostenible, la menor disponibilidad de tierras por el cierre de la frontera agrícola, expansión del mercado y ampliación de la infraestructura vial y el ordenamiento territorial y forestal. En la actualidad hay evidencias exitosas de prácticas agroforestales que están siendo implementadas por los agricultores para desarrollar una producción sostenible y diversificada

Los derechos de propiedad tienen implicaciones en los territorios al limitar el acceso a créditos a los pequeños agricultores amazónicos, la seguridad en la tenencia de tierras es clave para estimular sus aspiraciones de desarrollo.

La escolaridad y edad promedio de los productores que lideran las áreas de producción conspiran con: la capacidad para asimilar cambios de tecnología en los sistemas, los registros económicos necesarios del manejo que hacen a los cultivos, la contratación de mano de obra, compras y ventas, dinámica del mercado, que sirvan para la planificación que tribute a su desarrollo integral. Impulsar la capacitación técnica desde las necesidades locales con colaboración de instituciones de forma sistemática, saber científico y saber local es base clave para el fortalecimiento de la agroforestería en la Amazonía Ecuatoriana

Fortalecer una estructura social que promueva la asociatividad y la organización comunitaria, permitiría a los agricultores comercializar sus productos a precios justos y lograr acceso a mercados nacionales e internacionales e insumos.

La valoración económica de los servicios ambientales en los sistemas agroforestales como estímulo es aún, en la actualidad, un proceso difícil y complejo, pero importante, que requiere del acompañamiento técnico a los productores para los procesos de certificación que permitan generar en el menor plazo posible los ingresos correspondientes.

La chakra, como sistema agroforestal, contenedor de experiencia y sabiduría ofrece múltiples servicios a las poblaciones de la RAE, que van desde la seguridad alimentaria, la prestación de servicios ecosistémicos, el mantenimiento de los valores culturales, la cohesión social y el mantenimiento de la belleza escénica.

Es notable la preferencia del agricultor amazónico por sistemas agroforestales con café, cacao y pastos, sin embargo, es tarea urgente asumir innovaciones tecnológicas que permitan sus producciones de manera sostenible. Para establecer nuevos diseños agroforestales en la región de estudio tener en cuenta



el aporte de biomasa, la fijación de nitrógeno por especies leguminosas y la asociación de especies para evitar la erosión, establecer programas de rotación y asociaciones para aprovechar mejor las áreas rompiendo con el principio nómada de tumba y siembra, aumentando la fertilidad del suelo, fortalecer prácticas para mejores manejos de sombra y de cosecha, promover viveros con materiales genéticos mejorados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Añazco, M. 2010. La multifuncionalidad de los bosques como insumo para la buena gobernanza forestal en el marco de la sostenibilidad de los recursos forestales del Ecuador con énfasis en la relación ser humano-bosque. *Revista Forestal Baracoa*.
- Añazco, M. y Fernández, N. 2021. Fijación de carbono en sistemas agroforestales gestionados por pequeños productores de los Andes del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*. Vol 11(2). p 32-42
- Arauz Vásquez K. 2018. Contribución de los sistemas agroforestales a la sostenibilidad del servicio ecosistémico hídrico en las cuencas de Costa Rica. *Revista AgroInnovación en el Trópico Húmedo* v. 1, n. 1, pp. 78-84.
- Arévalo-Vizcaino, V., Vera-Vélez, R., Grijalva-Olmedo, J. 2013. Mejoramiento de Chakra, una alternativa de Sistema Integrado para la Gestión Sostenible de Bosques en comunidades nativas de la Amazonía Ecuatoriana.
- Armenteras D, Espelta JM, Rodríguez N, y Retana J. 2017. Dinámica y factores impulsores de la deforestación en diferentes tipos de bosques en América Latina: Tres décadas de estudios (1980-2010). *Glob Environ Chang* 46: 139-47.
- Benavides, A. 2013. Evaluación de los sistemas agroforestales para la elaboración de un plan de manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos en el Ceypsa, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. [Trabajo de grado, Universidad Técnica de Cotopáxi “UNIDAD”]. Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxí.
- Brandão F, Piketty M-G, Pocard-Chapuis R, et al. 2020. Lecciones para enfoques jurisdiccionales a partir de iniciativas a nivel municipal para detener la deforestación en la Amazonía brasileña. *Front For Glob Chang* 3.



- Caicedo Vargas Carlos Estuardo. 2019. Sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.), en la Amazonía ecuatoriana: Un enfoque agroecológico. Tesis final de Máster. Universidad de Córdoba.
- Caicedo, C. 2020. Agroforestería: una alternativa de agricultura sostenible en la Amazonía ecuatoriana. ECUADOR ES CALIDAD, 7(1).
- Casanova–Lugo Fernando, Ramírez-Avilés Luis, Parsons David, Caamal-Maldonado Arturo, Piñeiro-Vázquez Ángel T., Díaz-Echeverría Víctor. 2016. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales tropicales. Revista Chapingo Vol.22 No.3.
- Casasola, Francisco, Carlos Congo, Francisco Velástegui , Félix Bastidas , Joffre Chávez , Luis Lima , Anderson Montero , Hugo Betancourt , Paulo Barrera. 2018. Capítulo 4. Contribución del café, cacao y ganadería al mejoramiento de los suelos, incremento en productividad, y generación de servicios ecosistémicos en la región amazónica ecuatoriana. Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana, N° 2 Publicación Miscelánea No. 445 . pp 42
- Celi, L., y Aguirre, M. 2022. Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales de la parroquia Zumba, cantón Chinchipe, Ecuador. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México. Volumen 6, Número 4 p 814. ISN 2707-2207. <file:///C:/Users/USER/Downloads/2626-Texto%20del%20art%C3%ADculo-10434-1-10-20220727.pdf>
- Céspedes, Lourdes. 2017. Aporte económico, social y ambiental de los sistemas agroforestales (SAF) como parte de la propuesta económica productiva de base agroecológica en el municipio Gonzalo Moreno N°3 Estudio de caso Centro de Investigación y Promoción del Campesinado ISBN: 978-99954-88-88-8.
- Clerici N, Armenteras D, Kareiva P, et al. 2020. La deforestación en las áreas protegidas de Colombia aumentó durante los períodos de posconflicto. Sci Rep 10: 4971
- Coq-Huelva Daniel, Higuchi Angie, Alfalla Luque Rafaela, Burgos-Morán Ricardo y Arias Gutiérrez Ruth. 2017. Coevolución y construcción biosocial: los sistemas agroforestales (Chakras)



- kichwa en la Amazonia ecuatoriana. *Sustainability* 2017, 9, 1920; doi:10.3390/su9101920. 2-19.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe y Patrimonio Natural, C. E. P. A. L. 2013. Amazonia posible y sostenible. ISBN: 978-958-57544-1-6
- De Melo E, Caicedo, C, Astorga C, Bastidas F, Caicedo W, Criollo N, Congo C, Chávez J, Díaz A, Fernández F. 2014. *Agroforestería Sostenible en la Amazonía ecuatoriana*. Turrialba: CATIE
- De Melo Elías, Virginio Filho y Carlos Caicedo. 2018. Capítulo 1. Agroforestería sostenible en la Amazonia ecuatoriana Proyecto AFAM-CATIEINIAP. 2014-2015. *Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana*, N° 2 Fragilidad de los suelos en la Amazonía ecuatoriana y potenciales alternativas agroforestales para el manejo sostenible. 11-19.
- Echezuria Fernández, C. 2023. Cosmovisión kichwa, sistemas agroforestales y alternativas sustentables para la Amazonía. La experiencia del Grupo chakra en Archidona, Ecuador. *Entorno Geográfico*. Nro. 25. 1-25.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2018. Nuevos sistemas agrícolas designados patrimonio mundial. ROMA, Italia. Recuperado de <https://www.fao.org/news/story/es/item/1118596/icode/#:~:text=Los%20Sistemas%20Importantes%20del%20Patrimonio%20Agr%C3%A9cola%20Mundial%20incluyen%20la%20gesti%C3%B3n,refiere%20a%20la%20tenencia%2C%20la>
- Farfán,V.F. 2014. *Agroforestería y sistemas agroforestales con café*. Manizales, Caldas. Colombia. 342p.
- Fearnside P.M. 2016. Impactos Ambientales y Sociales de las Represas Hidroeléctricas en la Amazonía Brasileña: Implicaciones para la Industria del Aluminio. *World Dev* 77: 48- 65.
- Fernando Guerrero C. 2017. Transformaciones territoriales en la Amazonía: indígenas, campesinos, fronteras y colonización. *EUTOPIÍA. Revista de Desarrollo Económico Territorial* N.º 12, pp. 7-21 ISSN 1390 5708/e-ISSN 26028239. Recuperado de: <https://revistas.flacsoandes.edu.ec/eutopia/article/view/3134/2049>



- García Álvarez-Coque, J. M., y Bigné, G. (2020). El regadío histórico de la huerta de València (España) como Sistema Importante del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM). *Agroalimentaria*, 26(50), 281-301. <https://doi.org/10.53766/Agroalim/2020.26.50.17>
- González-Valdivia N.A., Ochoa-Gaona S., Ferguson B.G., Pozo C., Rangel-Ruiz L.J., ArriagaWeiss S.L., Kampichler C. 2011. Indicadores ecológicos de hábitat y biodiversidad en un paisaje neotropical: perspectiva multitaxonómica. *Revista de Biología Tropical/Journal of Tropical Biology and Conservation* 59: 1433-1451.
- González Valdivia Noel, Cetzal Ix William y Casanova Lugo Fernando. 2016. Sistemas agroforestales y biodiversidad. *Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 9. P 56-60.*
- Grijalva, J., R. Limongi, V. Arévalo, R. Vera, J. Quiroz, A. Yumbo, F. Jara, F. Sigcha, J. Riofrío, A. Cerda, 2011. Mejoramiento de Chakras, Una alternativa de sistema integrado con cocoa, Cultivos anuales y árboles en el Alto Napo. *Boletín divulgativo N°372. Programa Nacional de Forestería del INIAP. Editorial Nina Comunicaciones. Quito – Ecuador. 28p.*
- Guapucal, M., Burbano, C. y Estacio, L. 2013. Caracterización de fincas con sistemas agroforestales tradicionales en la vereda Franco Villa, municipio de Buesaco, Nariño. 47–61. Recuperado de: <http://revistas.ut.edu.co/index.php/agroforesteria/article/view/321/285>
- Hasselquist, N.J., Benegas, L., Roupsard, O., Malmer, A., Ilstedt, U. 2018. Canopy cover effects on local soil water dynamics in a tropical agroforestry system: Evaporation drives soil water isotopic enrichment. *Hydrological Processes* 32: 994–1004. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/hyp.11482>
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C 2018. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education. ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.
- Hickey, G.M., Poiliot, M., Smith-Hall, C., Wunder, S., Nielsen, M.R., 2016. Quantifying
- Ilstedt, U., Tobella, A.B., Bazie, H.R., Bayala, J., Verbeeten, E., Nyberg, G., Malmer, A. 2016. Intermediate tree cover can maximize groundwater recharge in the seasonally dry tropics. *Scientific Reports* 6: 12. Recuperado de: <https://doi.org/10.1038/srep21930>



- Informe de evaluación de Amazonía 2021- 2022. Panel Científico por la Amazonía. Capítulo 10. Interconexiones críticas entre la diversidad cultural y biológica de los pueblos y ecosistemas amazónico. Capítulo 19. Impulsores e impactos ecológicos de la deforestación y la degradación forestal. ISBN: 978-1-7348080-4. Recuperado de: <https://www.laamazoniaquequeremos.org/wp-content/uploads/2022/10/Chapter-19-ES-Bound-Oct-20.pdf>
- Informe del grupo intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). 2014. Informe de síntesis. ISBN 978-92-9169-343-6
- Jenkins, C., S. L. Pimm, and L. N. Joppa. 2013. Global patterns of terrestrial vertebrate diversity and conservation. PNAS 110: 2602– 2610.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (MAG). 2016. Agenda de Transformación Productiva Amazónica Reconversión Agroproductiva Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana. Quito.
- Mata Anchundia Deyanira, Rivero Herrada Mariso, Segovia Montalvan Eduardo Luis. 2018. Sistemas agroforestales con cultivo de cacao fino de aroma: entorno socioeconómico y productivo. Revista Cubana Ciencias Forestales. vol.6 no.1.
- Mazo Nathaly de los Ángeles, Rubiano Jorge Eliecer y Castro Aracely. 2016. Sistemas agroforestales como estrategia para el manejo de ecosistemas de Bosque seco Tropical en el suroccidente colombiano utilizando los SIG. Cuadernos de Geografía. Revista Colombiana de Geografía, vol. 25, núm. 1, 2016, pp. 65-77 ISSN: 0121-215X. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/2818/281843790005.pdf>
- Medina Litardo Reina, Cobos Mora Fernando y Lombeida Garcia Emma. 2020. Evaluación de un sistema silvopastoril para la gestión sostenible de los recursos naturales de la Hacienda Aurora, Guayas – Ecuador. JOURNAL OF SCIENCE AND RESEARCH. Vol 5 p 79-95.
- Mejía, E., Pacheco P., Muzo A., Torres B.. 2015. Smallholders and timber extraction in the Ecuadorian Amazon: Amidst market opportunities and regulatory constraints. International Forestry Review, 16, 1-13.
- Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H. y Eibl, B. 2015. *Sistemas agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales*. Turrialba, Costa Rica:



CATIE. Cali, Colombia: Fundación CIPAV. Recuperado de:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S2007-4018201600030026900035&lng=en

Morán, B. 2015. Mejoramiento de la productividad forestal a través del manejo agroforestal en el cantón Jipijapa. [Trabajo de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Repositorio Digital UNESUM. http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/102/1/MORÁN_ZAVALA_BENJAMÍN_SALOMÓN.pdf

Moreira Díddier y Castro Claudio.2017. Sistemas agroforestales. Adaptación y mitigación en la producción de banano y cacao. Proyecto EUROCLIMA-IICA.

Moreno Calles Ana Isabel, Galicia-Luna Violeta Jazmín, Casas Alejandro, Toledo Víctor M., Vallejo Ramos Mariana, Santos-Fita Dídac y Camou-Guerrero Andrés. 2014. La Etnoagroforestería: el estudio de los sistemas agroforestales tradicionales de México Etnobiología 12 (3). 1-13.

Nepstad D, McGrath D, Stickler C, et al. 2014. Desaceleración de la deforestación amazónica a través de políticas públicas e intervenciones en las cadenas de suministro de carne y soya. Science 344: 1118-23

Ospina, A. 2015. Aproximación a la definición de agroforestería y al concepto de agroforestaría ecológica (en línea). Cali, Colombia. Recuperado de: www.agroforesteriaecologica.com

Pardo Roza Yelly Yamparli y Sanjinés Tudela Gimmy Nardó. 2014. Valoración económica de servicios ambientales en sistemas agroforestales en América Latina. Revista FACCEA 4(2), pp: 141-150

Paredes Nelly, Astorga Carlos, Fernández Fabián y Vera Antonio. 2018. Capítulo 5. El rol de los sistemas agroforestales en la conservación del suelo, biodiversidad, producción de agua, y almacenamiento de carbono. Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana, N° 2 Fragilidad de los suelos en la Amazonía ecuatoriana y potenciales alternativas agroforestales para el manejo sostenible

Paredes Andrade, N., Pico, J. T., Caicedo, C., Vargas Tierras, Y. B., Alcívar, W. G., Nicolalde, J. y Vera, T. G. 2018. 1er Congreso internacional alternativas tecnológicas para la producción agropecuaria sostenible en la Amazonía ecuatoriana.



- Petit-Aldana Judith, Uribe-Valle Gabriel; Casanova-Lugo Fernando; Solorio-Sánchez Javier; Ramírez-Avilés, Luis. 2012. Descomposición y liberación de nitrógeno y materia orgánica en hojas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Guazuma ulmifolia* Lam. Y *Moringa oleifera* Lam. en un banco mixto de forraje. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 18, núm. 1. pp. 5- 25
- Pingali, P. 2015. Agricultural policy and nutrition outcomes – getting beyond the preoccupation with staple grains. Food Sec. 7 (3), 583–591
- Plan Integral para la Amazonía 2021 – 2025. Secretaría Técnica de la Circunscripción Territorial Especial Amazónica. Registro Oficial Segundo Suplemento Nro. 28. https://www.secretariadelamazonia.gob.ec/wp-content/uploads/2022/09/PIA_Digital-2022.pdf
- Powell, B., Thilsted, Ickowitz, S., Termote, A., Sunderland, C., Herforth, A., 2015. Improving diets with wild and cultivated biodiversity from across the landscape. Food Sec. 7 (3), 535–554
- Rasmussen Laura., Watkins Cristy, Agrawal Arun. 2017. Forest contribution to livelihoods in changing agriculture-forest landscapes. Forest Policy and Economics. 84 (2017), 1–8
- Shibu, J. 2009. Agroforestería para servicios ecosistémicos y beneficios ambientales: una visión general. *Sistemas Agroforestales* , 76 , 1-10. Recuperado de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S20074018201600030026900050&lng=en
- Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial (SIMPAM). 2023. La Chakra amazónica, un sistema agroforestal tradicional gestionado por comunidades indígenas en la provincia de Napo, Ecuador. Recuperado de: <https://www.fao.org/giahs/giahsaroundtheworld/designated-sites/latin-america-and-the-caribbean/amazon-chakra/informacion-detallada/es/>
- Sonter LJ, Herrera D, Barrett DJ, et al. 2017. La minería impulsa la deforestación extensiva en la Amazonía brasileña. Nat Commun 8: 1013.
- Subía C., Caicedo C., Calderón D., Tinoco L. Pico J., Vargas, F., Fernández Y., Paredes, A. Vera, N., Díaz A. Bastidas A., Sotomayor D., Intriago J. y Sánchez M. 2017. Establecimiento de un ensayo en sistemas agroforestales de cacao con diferentes niveles de manejo en la Amazonía



- ecuatoriana. International Symposium on Cocoa research (ISCR), Lima, Peru, 13 – 17 INIAP-EECA, Joya de los Sachas, Ecuador.
- Subía Cristian Darío Calderón, Díaz Alejandra, Congo Carlos. 2018. Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana, N° 2. Capítulo 8. Publicación Miscelánea No. 445. p 42
- Surco-Huacachi Oliver; y Garate-Quispe Jorge Santiago. 2022. Reservas de carbono en cuatro sistemas agroforestales combinadas con *Theobroma cacao* L., Madre de Dios. Revista Amazónica de Ciencias Básicas y Aplicadas. Vol. 1 Núm. 1: e147.
- Torres Bolier, Andrade Lucy, Torres Alexandra, Vasco Cristian y Robles Marco. 2018. Cambio de uso del suelo en paisajes agrícolas-forestales: análisis espacial en cinco comunidades Kichwas de la Región Amazónica Ecuatoriana. Revista Amazónica y Ciencia y Tecnología. Volumen 7 (2): 105-118.
- Torres Bolier, Fischer Richard, Vargas Julio C. y Sven Günter. 2020. Deforestación y aspectos socioculturales a nivel de paisajes en bosques tropicales de la Amazonía Ecuatoriana. Capítulo 2. Deforestación y aspectos socioculturales a nivel de paisajes en bosques tropicales de la Amazonía Ecuatoriana. ISBN: 978-9942-932-334. file:///C:/Users/USER/Downloads/2020Deforestacion_paisajes_forestales_tropicales_Ecuador_Capitulo2.pdf
- Torres, B., Günter, S., Acevedo-Cabra, R., Knoke, T. 2018. Livelihood strategies, ethnicity, and rural income: The case of migrant settlers and indigenous populations in the Ecuadorian Amazon. Forest Policy and Economics 86, 22-34.
- Torres, B; Jadán, O; Aguirre, P; Hinojosa; L; Günter, S. 2015. The Contribution of Traditional Agroforestry to Climate Change Adaptation in the Ecuadorian Amazon: The Chakra System. Handbook of Climate Change Adaptation. 2014: 1-19.
- Torres, B; Vargas Julio C.; Arteaga Yasiel y Torres Alexandra. 2017. Gente, bosque y biodiversidad. El rol del bosque sobre la biodiversidad y las poblaciones rurales. Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.
- Vargas, Y., Nicolalde, José; Calero, Andrés Y Vizuete, Omar. 2018. Fragilidad de los suelos en la Amazonía ecuatoriana y potenciales alternativas agroforestales para el manejo sostenible.



Capítulo 6: ¿Por qué son frágiles los suelos de la amazonia ecuatoriana? Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana, N° 2 Publicación Miscelánea No. 445
file:///C:/Users/USER/Downloads/AgrofSostAmazoniaEcuador32014.pdf

Vasco, C., Bilsborrow, R., Torres, B., Griess, V., 2018. Agricultural land use among mestizo colonist and indigenous populations: Contrasting patterns in the Amazon. PLOS ONE 13, e0199518.

Zerpa Tovar, Rojas Frank, López Gustavo, Jesús José. 2022. LA trilogía «sistemas agroforestales agroecología - agricultura familiar»: Una referencia válida para la transformación de los sistemas alimentarios agroindustriales. Agroalimentaria. Vol. 28, N° 55;
file:///C:/Users/USER/Downloads/Articulo_Tovar-y-Rojas_R55%20(1).pdf

