

ARTÍCULO DE OPINIÓN

AGROFORESTERÍA: UNA ALTERNATIVA DE AGRICULTURA SOSTENIBLE EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA

En la Amazonía ecuatoriana, la aptitud ideal de uso del suelo es el bosque y no actividades agropecuarias, menos con actividades de agricultura de tipo convencional, por lo que, se recomienda la conservación de ecosistemas estratégicos, manejo sostenible de bosques y agricultura sostenible a través de agroforestería, agrosilvopasturas, plantaciones forestales biodiversas y afines para reconvertir las áreas deforestadas y con monocultivos. [1] La agroforestería se considera como una práctica productiva, práctica antigua y arte, ciencia y paradigma. [2] Es un entorno dinámico, ecológico, natural de gestión de recursos que, a través de la integración de árboles en las fincas, diversifica el paisaje agrícola y la producción sostenible con mayores beneficios sociales, económicos y ambientales para las familias de usuarios de las tierras en todos los niveles. [3] La agroforestería abarca las múltiples formas de interacciones entre árboles, cultivos y animales y se ha reconocido cada vez más como una ruta prometedora de intensificación dirigida a la agricultura sostenible. [4] Además, cumple con todos los principios agroecológicos en el diseño y gestión de los agroecosistemas [5,6] y la agroecología por su enfoque holístico ha sido reconocida por contribuir al logro de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) como acabar con el hambre, lograr la seguridad alimentaria, mejorar la nutrición y promocionar la agricultura sostenible. [7]

Se clasifica en función de la estructura, tiempo y espacio: a) Agroforestería simultánea, donde se producen árboles y cultivos y/o animales en el mismo terreno durante la misma temporada de cultivo (cultivos en callejones, intercalados); b) Agroforestería secuencial, donde los árboles y los cultivos ocurren en el mismo pedazo de tierra, pero en una secuencia temporal como

parte de una rotación. [3] Sin embargo, existen una diversidad de sistemas agroforestales como son: taungya, silvopastoriles, agrosilvopastoriles, cultivos con sombra, barbecho mejorado, cortinas rompevientos, cultivos en callejones, cercas vivas, árboles en línea, huertos caseros/chakras y, quesungual. [2]

Actualmente existen al menos 10 políticas públicas para una agricultura sostenible en la Amazonía ecuatoriana que deben aplicarse y se ejecutan varios proyectos de extensión agroforestal lideradas por varias instituciones públicas y organismos no gubernamentales. Sin embargo, la investigación agroforestal debe fortalecerse porque es un proceso sistemático, empírico y crítico.

La agroforestería es una alternativa para la agricultura sostenible por sus beneficios sociales, económicos y ambientales, los cuales se mencionan a continuación:

Mejora la salud del suelo

Los sistemas agroforestales en relación al monocultivo reducen las tasas de erosión en un 50%, incrementa en un 75% la tasa de infiltración y en un 35% la escorrentía por una mayor proporción de macro agregados del suelo y mayor estabilidad de la estructura del suelo. Incrementa en un 21% el carbono orgánico del suelo, el almacenamiento de nitrógeno orgánico es del 13%, el N disponible en un 46% y el P disponible en un 11%, mientras que el pH del suelo sube en 2%. [8] En la provincia de Napo, los sistemas agroforestales con cacao propagado por semilla es el ecosistema productivo que almacena o secuestra la mayor cantidad de carbono (C) con un promedio de 141,4 Mg C ha⁻¹ en relación al monocultivo que presenta 85,2 Mg C ha⁻¹ y en nivel

medio en relación al bosque primario con 334,2 Mg C ha⁻¹ [9] por lo que, constituyen opciones de mitigación al cambio climático. Garantiza el reciclaje de nutrientes de los árboles y cultivos asociados (podas, caída natural), mejorando la calidad física, química y biológica de los suelos. La biomasa depositada en el suelo de un sistema agroforestal de café y cacao, asociado con árboles de *Erythrina poeppigiana* (poró), *Inga edulis* (guaba) y *Cordia alliodora* (laurel), incorpora de 150 a 300 kg de N ha⁻¹ año⁻¹, de 10 a 20 kg de P ha⁻¹ año⁻¹, de 75 a 150 kg de K ha⁻¹ año⁻¹ y de 100 a 300 kg de Ca ha⁻¹ año⁻¹. Además, favorece la fijación de nitrógeno atmosférico (N₂) principalmente por relaciones simbióticas entre raíces de los árboles y arbustos leguminosos y microorganismos del suelo, en especial bacterias. [2] Los sistemas silvopastoriles asociados a leguminosas arbustivas con *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr. y *Leucaena leucocephala* (Lam.) favorecen la conservación de la macrofauna edáfica. La época de mayor pluviosidad y el aporte de hojarasca de las leñosas arbustivas tienen un efecto favorable sobre la población de lombrices. [10]

Reduce el uso de insumos externos

La demanda energética acumulada es 7,4 veces mayor en monocultivos que en sistemas agroforestales con cacao; el retorno de inversión en energía (EROI) no renovable aumenta hasta 4,8 veces en sistemas agroforestales; la productividad por hora trabajada y por unidad de energía de trabajo invertida fue mayor en los sistemas agroforestales que en monocultivos. La diversificación de la producción y el manejo orgánico son cruciales para aumentar el EROI y disminuir la dependencia de las fuentes de energía no renovables de las plantaciones. [11] La asociación de diferentes especies frutales y forestales con las plantas de cacao ofrece una alternativa para evitar el control químico de plagas basada en la regulación ecológica. La incidencia de algunos bio-agresores y el recurso consecutivo a los productos fitosanitarios se ven reducidos gracias a la gestión en el transcurso del tiempo de las diferentes especies leñosas. La sombra vinculada con la presencia de árboles en las plantaciones de cacao permite limitar las infestaciones de insectos picadores-chupadores. Tal incidencia se ve también reducida por algunas estructuras espaciales, el ordenamiento aleatorio de árboles forestales demuestra ser eficaz para regular las poblaciones de insectos. En Costa Rica, la misma

organización espacial permite controlar mejor la monilia y malezas que compiten con las plantas. [12]

Mejora la rentabilidad

El sistema agroforestal denominado “chakra mejorada” en la Amazonía ecuatoriana es un sistema que contribuye a los ingresos económicos familiares a partir del segundo año de establecimiento, sobre todo cuando las fuentes de ingresos son más diversificadas, aunque en promedio superan el flujo económico negativo a partir del tercer año que es cuando algunos cultivos perennes entran en producción. [13, 14]

Seguridad alimentaria

El sistema chakra mejorado contribuye positivamente con la seguridad alimentaria debido a que el 40% de la producción obtenida es destinada a la alimentación de las familias. [13] La combinación de cultivos de ciclo corto, bianuales y perennes forman diversidad de sistemas agroforestales entre los que se destacan la producción de alimentos para seguridad alimentaria como cacao, plátano, yuca, maíz, guayusa, maní, y fréjol. [14,15]

Conservación y uso de la agrobiodiversidad

En el centro norte de la Amazonía ecuatoriana los cultivos predominantes en los sistemas agroforestales son múltiples como cacao, plátano, yuca, maíz, pastos y café; entre las especies forestales se encuentran chuncho, laurel, cedro, bálsamo, chonta, canelo, pigüe, tamburo, doncel, borrego, ahuano, caoba veteadada y otras especies que se encuentran en cantidades menores como las plantas medicinales de guayusa, hierba luisa, ortiga. La combinación de cultivos de ciclo corto, bianuales y perennes forman la diversidad de sistemas agroforestales. [14,15]

En varias comunidades rurales del Sur de la Amazonía (Shuar y mestizos), las familias cultivan jardines más diversos, el papel de las mujeres en la conservación de la agrobiodiversidad en los huertos familiares (sistema agroforestal) es crucial debido a que se identifican como la principal fuente de transmisión de conocimientos tradicionales sobre plantas medicinales, forestales y alimenticias. Es relevante la gestión integrada del uso del suelo que

respetar diferentes aspectos sociales (cultura, género, salud y bienestar) relacionados con la conservación de biodiversidad y conocimiento tradicional en agroecosistemas.[16]

Servicios ecosistémicos

Algunos de estos 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. [12] El sistema agroforestal favorece la regulación de ciclos hidrológicos y recuperación de áreas degradadas y/o contaminadas. [2] En el centro norte de la Amazonía ecuatoriana existen al menos 10 sistemas agroforestales con cacao, café, frutales, maderables y de servicios; pastos con divisiones con árboles de servicios en cercas, líneas y dispersos; pastos con divisiones con árboles de servicios; maderables y frutales en cercas, líneas y dispersos, que tienen algunos servicios como generación de ingresos: por la venta de productos de cultivos anuales y perennes, venta de ganado, venta de leche y derivados, ingresos a mediano y largo plazo con madera; seguridad alimentaria para la familia, protección y mejoramiento de suelos, captura y almacenamiento de C y conectividad del paisaje, flujo de biodiversidad. [2] 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. [14]

Existen avances en la investigación en agroforestería desarrollados por INIAP en la Amazonía ecuatoriana a través de la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA) a partir del año 2008. Entre las actividades ejecutadas tenemos: caracterización de los sistemas de producción agropecuaria, capacitación en el diseño y planificación de sistemas agroforestales e implementación de la agroforestería sostenible (proyecto que obtuvo el Segundo lugar del "Premio Verde Banco del Estado"). Actualmente, en la EECA, Granjas Experimentales Domono y Palora y en fincas de productores se realizan estudios en agroforestería, evaluando sistemas agroforestales con cacao, café, pitahaya, naranjilla, silvopasturas, bancos forrajeros y chakras agrobiodiversas.

Referencias

- [1] Nieto C, Caicedo C. Análisis reflexivo para el desarrollo sostenible de la Amazonía ecuatoriana. Joya de los Sachas: INIAP; 2012.
- [2] De Melo E, Caicedo C, Astorga C, Bastidas F, Caicedo W, Criollo N, Congo C, Chávez J, Díaz A, Fernández F, et al. Agroforestería Sostenible en la Amazonía ecuatoriana. Turrialba: CATIE; 2014.
- [3] Mead DJ. Agroforestry. Forests and forest plants. Oxford: EOLSS Publishers; 2004.
- [4] Snapp SS, Blackie MJ, Gilbert RA, Bezner-Kerr R, Kanyama-Phiri GY. Biodiversity can support a greener revolution in Africa. PNAS. 2010; 107(48):20840-20845.
- [5] Gliessman SR. Agroecology: the Ecology of Sustainable Food Systems. Boca Ratón: CRC Press; 2007.
- [6] Prabhu R, Barrios E, Bayala J, Diby L, Donovan J, Gyau A, Jamnadass R, Kahia J, Kehlenbeck K, Kindt R, Kouamé C, McMullin S, Prabhu R, Shepherd K, Sinclair F, Vaast P, Vågen TG, van Noordwijk M, Xu J. Agroforestry: realizing the promise of an agroecological approach. Roma: FAO; 2015.
- [7] FAO. The Future of Food and Agriculture – Trends and Challenges. Rome: FAO; 2017.
- [8] Muchanea M, Sileshi G, Gripenberge S, Jonsson M, Pumariño L, Barrios E. Agroforestry boosts soil health in the humid and sub-humid tropics: A metaanalysis. Agric Ecosyst Environ. 2020; 295.
- [9] Jadan O, Torres B, Gunter S. Influencia del uso de la tierra sobre almacenamiento de carbono en sistemas productivos y bosque primario en Napo, Reserva de Biosfera Sumaco, Ecuador. Rev Amazon Cienc y Tecnol. 2012; 1(3):173-186.
- [10] Vera A, Congo C, Velasteguí F, Mejía M. Importancia de los Sistemas Silvopastoriles en el Desarrollo de la Macrofauna Terrestre. I Congreso Internacional de Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana; 2018 Nov 21-22; Joya de los Sachas: INIAP; 2018.
- [11] Pérez D, Schneider M, Armengot L. Crop diversification and organic management increase the energy efficiency of cacao plantations. Agricul Syst. 2020; 177.
- [12] Jagoret P, Deheuvels O, Bastide P. Sustainable cocoa production: Learning from agroforestry. Perspect. 2014; 27(1): 1-4.
- [13] Arévalo V, Vera R, Grijalba J. Mejoramiento de chakras, una alternativa de Sistema Integrado para

la Gestión Sostenible de Bosques en comunidades nativas de la Amazonía Ecuatoriana. 6° Congreso Forestal Español; 2013 Jun 10-14; Vitoria: Sociedad Española de Ciencias Forestales; 2013. [14] Caicedo, C. Sistemas Agroforestales con cacao (*Theobroma cacao*): un enfoque agroecológico. Tesis de Máster Córdoba: Universidad de Córdoba; 2019.

[15] Paredes N, Monteros A, Pico J, Caicedo C, Lima LF, Chimbo P. Biodiversidad de especies asociadas a los sistemas de producción de cacao (*Theobroma cacao*). I Simposio Internacional de Innovaciones Tecnológicas para fortalecer la cadena de cacao en la Amazonía Ecuatoriana. 2019 Jul 10-11; Joya de los Sachas: INIAP; 2019.

[16] Caballero V, McLaren B, Carrasco J, Alday J, Fiallos L, Amigo J, Onaindiag M. Traditional ecological knowledge and medicinal plant diversity in Ecuadorian Amazon home gardens. *Glob Ecol Conserv.* 2019; 17(1):524.



Carlos Estuardo Caicedo Vargas es de Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua. Ingeniero Agrónomo de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Master Business Administration (MBA), en la Universidad Internacional SEK y Máster en Agroecología en la Universidad de Córdoba, España. Doctorando en Recursos Naturales y Gestión Sostenible en la Universidad de Córdoba, España. Su tesis de investigación es sobre los sistemas agroforestales de cacao como alternativa para la transición agroecológica en la Amazonía ecuatoriana. Ha integrado equipos multidisciplinarios y dirigido proyectos de investigación y transferencia de tecnologías, además ha participado como autor y coautor de publicaciones científicas y técnicas. Tiene 29 años trabajando en INIAP, en una primera fase de 18 años en la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) como becario e investigador del agroecosistema andino en cultivos de seguridad alimentaria como quinua, chocho, amaranto, raíces y tubérculos andinos y como Administrador Técnico y, en una segunda fase hasta la actualidad como Director de la Estación Experimental Central de la Amazonía (EECA) en investigación y transferencia del agroecosistema amazónico con principios de agroforestería y agroecología en cacao, café, frutales, forestales, ganadería y agrobiodiversidad. Ha ejercido la docencia en pre y postgrado y actualmente está acreditado como investigador en la SENESCYT e integra la Junta Promotora de creación de la Universidad de Orellana.

Carlos Caicedo
Director de la Estación Experimental Central
Amazónica - INIAP