

Especies forestales potenciales como componentes agroforestales en fincas de *Coffea arabica* L., en dos pisos altitudinales del cantón Palanda

Potential forest species as agroforestry components on Coffea arabica L., farms at two altitudinal levels in the Palanda canton

Luis Muñoz-Chamba^{1,*} and Servio Saritama²

¹ Carrera de Ingeniería Forestal, Grupo de Investigación en Biodiversidad, Universidad Nacional de Loja, Ecuador

² Maestría en Restauración de Paisajes Tropicales, Universidad Nacional de Loja

* Autor para correspondencia: luis.munoz@unl.edu.ec

Fecha de recepción del manuscrito: 09/11/2024

Fecha de aceptación del manuscrito: 07/02/2025

Fecha de publicación: 30/06/2025

Resumen—El cultivo de *Coffea arabica* en el cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe, es ejecutado en fincas cafetaleras en asociación con especies arbóreas. Este estudio evaluó especies forestales como potenciales componentes agroforestales en asociación con *Coffea arabica*, en dos pisos altitudinales del cantón Palanda. Se seleccionaron ocho fincas de aproximadamente una hectárea, cuatro en el piso altitudinal bajo y cuatro en el piso alto. Se midieron todos los individuos con $DAP \geq 5$ cm. Por especie se identificaron los beneficios biológicos y socioeconómicos mediante el coeficiente de importancia de las especies; y posterior se evaluó y agrupo especies en cuatro categorías de adecuación. La composición florística asociada al cultivo de *C. arabica*, fue de 26 especies y 337 individuos en el piso alto; y, 30 especies y 231 individuos para el piso bajo. La diversidad fue media y no existió diferencias entre la composición florística entre pisos. Se determinaron 15 especies con mayor beneficio ecológico y socioeconómico, 10 para el piso alto, dos para el bajo y tres fueron compartidas entre pisos. El 22 % de las especies fueron muy adecuadas y un 32 % adecuadas para ser potenciales componentes de sistemas agroforestales en asociación con *C. arabica*. La composición y diversidad registrada en las fincas cafetaleras resultó fundamental para la estabilidad ecológica, resiliencia y sostenibilidad de los sistemas agroforestales. Destacan las especies frutales como las de mayor importancia ecológica, y las frutales y maderables como potenciales componentes agroforestales, garantizando una variedad de beneficios ecológicos y socioeconómicos para los sistemas agroforestales.

Palabras clave—Agroecología, Pisos altitudinales, Restauración de paisaje, Servicios ecosistémicos.

Abstract—The cultivation of *Coffea arabica* in the Palanda canton, Zamora Chinchipe province, is practiced on several coffee farms in association with various tree species. This study evaluated tree species as potential agroforestry components associated with *Coffea arabica* at two altitudinal levels in the Palanda canton. Eight farms were selected, four at lower altitudes and four at higher altitudes. All individuals with a diameter at breast height (DBH) ≥ 5 cm were measured. For each species, biological and socioeconomic benefits were identified using the importance coefficient, after which species were evaluated and grouped into four suitability categories. The floristic composition associated with *C. arabica* cultivation comprised 26 species and 337 individuals at higher altitudes, and, 30 species and 231 individuals at lower altitudes. The diversity was moderate, with no significant differences in floristic composition between altitudinal levels. Fifteen species with the greatest ecological and socioeconomic benefits were identified: 10 at higher altitudes, two at lower altitudes, and three common to both levels. Twenty-two percent of the species were deemed highly suitable, and 32 % were considered appropriate as a potential components of agroforestry systems associated with *C. arabica*. The recorded composition and diversity on coffee farms were essential for the ecological stability, resilience and, sustainability of agroforestry systems. Fruit species emerged as the most ecologically valuable, while fruit and timber species were identified as potential agroforestry components, guaranteeing a variety of ecological and socioeconomic benefits for agroforestry systems.

Keywords—Agroforestry, Altitudinal levels, Ecosystem services, Landscape restoration.

INTRODUCCIÓN

La agroforestería, aplicada en fincas cafetaleras ubicadas en diferentes pisos altitudinales, se presenta como como una estrategia para el aprovechamiento sostenible de la

tierra en paisajes con presión agrícola. Al integrar especies forestales potenciales con cultivos de *Coffea arabica* L. dentro de una misma unidad de producción (Ramos-Veintimilla et al., 2005; Nair, 2011), se busca mejorar la productividad de los sistemas agrícolas, manteniendo como principios fun-

cios de la APECAP, de los cuales se tomó una muestra de 31 productores. La selección de la muestra correspondió a criterios cualitativos que APECAP utiliza en diversos procesos de evaluación y control, como experiencia en temas agroforestales y disponibilidad para participar en el estudio.

La encuesta semiestructurada constó de tres secciones que fueron: 1) información sociodemográfica, 2) uso, demanda e importancia de las especies forestales; y, 3) información económica y especies forestales de interés por los productores. Con la información levantada en campo, se estimó el coeficiente de importancia de las especies (CIE), que permite identificar sus beneficios biológicos y socioeconómicos. El CIE contempló tres componentes: nivel de utilización (NU), la importancia biofísica (IB) y la demanda de comercialización de la especie (DC), reflejando así el potencial funcional y económico de cada especie (Castillo-Angulo et al., 2021). La fórmula para su cálculo fue:

$$CIE = \frac{3NU + 2IB + DC}{6} \quad (1)$$

El nivel de utilización (NU) se asignó en función de la importancia de cada especie dentro de las fincas en asociación con *C. arabica*, considerando tres categorías: muy alta (tres o más usos), alta (2 usos), y baja (un solo uso). La importancia biofísica (IB) se evaluó según la frecuencia de la especie, y se clasificó en cuatro categorías; alta frecuencia 3 (70 - 100 %), media frecuencia 2 (31 - 69 %), baja frecuencia 1 (1 - 30 %) y muy baja frecuencia - 0 (0,1 - 0,9 %). La demanda de comercialización (DC) se determinó a partir de la percepción de los productores, enfocándose exclusivamente en el interés comercial por especies maderables. Se asignaron valores de 3 a las especies consideradas altamente demandadas, 2 para las medianamente demandadas, 1 para las de poca demanda, y cero para especies sin demanda en este tipo de uso.

Especies forestales potenciales para sistemas agroforestales

La selección de especies forestales potenciales para formar parte de sistemas agroforestales en asociación con *C. arabica*, se hizo en función de una evaluación de criterios que fueron seleccionados de acuerdo a información secundaria y evaluados mediante una escala de 1 a 4 (Tabla 1) (Romero Mejía, 2005). Las especies evaluadas fueron priorizadas entre las de mayor CIE y de interés para los propietarios de las fincas.

Posteriormente, las especies forestales evaluadas fueron agrupadas en cuatro categorías presentes en la Tabla 2.

Análisis de la información

La información recolectada fue analizada mediante estadística descriptiva (totales y promedios). Para comparar las variables de las especies arbóreas entre los dos pisos altitudinales, se empleó la Prueba t-Student ($\alpha=0,05$), con especial énfasis en la diversidad. De igual manera, se utilizó un análisis multidimensional no métrico (NMDS) y la prueba no paramétrica ANOSIM para evaluar la similitud de las especies forestales entre los dos pisos altitudinales.

RESULTADOS

Composición y diversidad arbórea asociada a fincas de *Coffea arabica* L.

La composición florística de especies con DAP ≥ 5 cm asociadas al cultivo de *C. arabica* en ocho fincas del cantón Palanda estuvo determinada por un total de 568 individuos y 42 especies. Para el piso altitudinal alto, se registraron 26 especies y 337 individuos; y, para el piso bajo fueron 30 especies y 231 individuos. Entre las especies con mayor abundancia para el piso alto sobresalieron *Erythrina edulis*, *Inga edulis*, *Erythrina ulei*, *Musa x paradisiaca* y *Lafoensia punicifolia*; mientras que, para el piso bajo fueron *Musa x paradisiaca*, *Cordia alliodora*, *Bactris gasipaes*, *Inga spectabilis*, y *Ficus involuta*.

En cuanto a la diversidad, el piso altitudinal bajo presentó un mayor número de individuos, especies y familias. En ambos pisos altitudinales se registraron árboles, arbustos y arbustos roseta; y, las palmas estuvieron presentes solo en el piso bajo. Los índices de diversidad Shannon y Simpson determinaron una diversidad media y alta, respectivamente, en ambos pisos altitudinales (Tabla 3). Sin embargo, estos valores no mostraron diferencias significativas según la prueba t de Student (Shannon $p=0,74 > 0,05$; Simpson $p=0,74 > 0,05$).

En relación con la similitud de las especies con DAP ≥ 5 cm entre los dos pisos altitudinales, el análisis escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) y la prueba no paramétrica ANOSIM, determinaron que no existen diferencias significativas en la composición de especies vegetales entre fincas (ANOSIM, $R=0,1042$, $p=0,3387$) y entre pisos altitudinales (ANOSIM, $R=0,1146$, $p=0,2371$), es decir, no existe una marcada disimilitud.

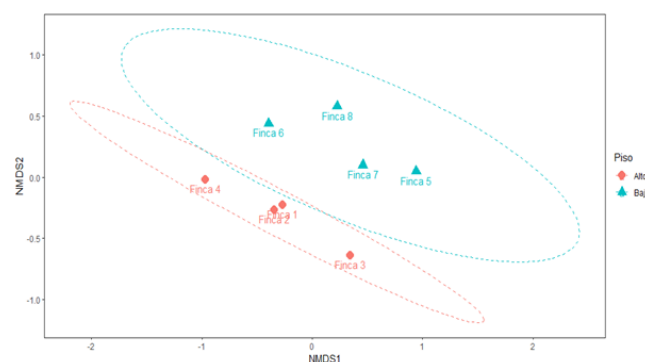


Fig. 2: Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) entre fincas y pisos altitudinales de la vegetación asociada a *C. arabica*

Beneficios biológicos y socioeconómicos de las especies forestales

Se determinaron 15 especies con mayor beneficio ecológico y socioeconómico (CIE) para los productores de la APECAP en las fincas en asociación con *C. arabica*. De estas, 10 especies correspondieron al piso altitudinal alto, dos para el piso bajo y tres fueron compartidas para los dos pisos (Tabla 4).

Tabla 1: Criterios para evaluación de las especies forestales potenciales en un SAF y la escala de evaluación.

Criterios	Escala de valoración			
	1	2	3	4
Uso para madera	No útil	Poco útil	Útil	Muy útil
Usos diferentes a la madera (frutos, flores, hojas, resinas, entre otros).	No útil	Poco útil	Útil	Muy útil
Conservación del suelo	Muy baja	Baja	Alta	Muy alta
Interés del propietario	Muy baja	Baja	Alta	Muy alta
Regulación de sombra y microclima	Muy baja	Baja	Alta	Muy alta
Aumento de la biodiversidad	Muy baja	Baja	Alta	Muy alta
Importancia económica de las especies (CIE)	Muy baja	Baja	Alta	Muy alta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Interpretación de los valores obtenidos en la evaluación de los criterios para la selección de especies forestales para el SAF.

Valores	Interpretación
1–7	No adecuadas
8–14	Poco adecuadas
15–21	Adecuadas
22–28	Muy adecuadas

Tabla 3: Diversidad específica para las fincas asociadas con *C. arabica* en dos pisos altitudinales en el cantón Palanda.

Parámetro	Piso altitudinal	
	Alto	Bajo
Número de especies	26	30
Número de individuos	337	231
Número de familias	16	20
Número de especies arbóreas	17	25
Número de especies arbustivas	7	2
Número de especies arbusto roseta	2	2
Número de especies de palma	0	1
Índice de Shannon	2,54	2,50
Índice de Simpson	0,88	0,87

Fuente: Elaboración propia

Especies potenciales para asociación con *C. arabica*

Se evaluaron un total 45 especies, entre las que se encontraron en las fincas productoras de café con las especies de interés por parte de los propietarios. El 22,22 % de las especies se agruparon como muy adecuadas, el 31,48 % como adecuadas, 27,78 % medianamente adecuadas y el 18,52 % fueron inadecuadas (Tabla 5).

DISCUSIÓN

Composición y diversidad arbórea asociada a fincas de *Coffea arabica* L.

La composición florística de las especies con DAP ≥ 5 cm asociadas al cultivo de *C. arabica* presentó variabilidad entre los pisos altitudinales alto y bajo. Se registraron especies propias de cada piso, como *Inga edulis* y *Erythrina edulis* en el piso alto, mientras que *Bactris gasipaes* predominó en

el piso bajo. Al comparar estos resultados con otros estudios que consideran gradientes altitudinales, se identificaron diferencias en la riqueza específica, lo que sugiere que la composición arbórea puede variar significativamente a lo largo de gradientes altitudinales. De acuerdo con Fischer et al. (2011), estas diferencias podrían estar influenciadas por las diversas configuraciones espaciales o tipos de usos de suelo ocasionadas por la intervención antrópica y su efecto en la adaptación de las especies.

La riqueza específica fue mayor en el piso altitudinal bajo; sin embargo, los índices de diversidad de Simpson y Shannon no presentaron diferencias significativas. Para el presente estudio se podría asumir un importante número de especies arbóreas establecidas en las fincas con cultivos de *C. arabica*, manteniendo así altos niveles de biodiversidad, lo que según Nair (2011), mejora la conectividad del paisaje. Estos resultados fueron un poco similares a los reportados por Muñoz et al. (2013) en el departamento de Nariño, Colombia, donde se registraron 40 especies con potencial agroforestal; y, 43 especies arbóreas en asociación con *C. arabica* reportados por Zapata Arango (2019) en Cundinamarca, Colombia.

Beneficios biológicos y socioeconómicos de las especies forestales

El coeficiente de importancia para las especies (CIE) varió dependiendo del piso altitudinal donde se encontraron las especies. Algunas de estas tuvieron un alto valor ecológico y socioeconómico para ambos pisos altitudinales; y, podría mencionarse que son claves y pueden aprovecharse para mejorar la productividad del café, conservar la biodiversidad y los ingresos económicos de los productores APECAP (Ponce Vaca, et al., 2018). Ejemplos de especies con valores CIE diferentes por cada piso altitudinal, fueron *Citrus sinensis* y *Cordia alliodora*, situación que pudiera explicarse por las condiciones ecológicas, las condiciones específicas ambientales y las necesidades antrópicas de cada piso, pues las especies que se desarrollan a altitudes bajas podrían tener acceso a suelos más ricos y climas más cálidos, favoreciendo su comercialización y utilización. Por el contrario, a altitudes más altas las especies deben adaptarse a condiciones más frías y suelos menos fértiles, convirtiéndolas como más valiosas desde el punto de vista de su importancia biofísica (Escobar et al., 2005; Fischer et al., 2011; Tesfay et al., 2022). Estas

Tabla 4: Especies forestales con mayor CIE en las fincas asociadas con *C. arabica* en dos pisos altitudinales, en el cantón Palanda.

Especies	Piso altitudinal	IB	NU	DC	CIE
<i>Inga edulis</i> Mart.	Alto	3	3	3	3
<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd.	Alto	3	3	3	3
<i>Citrus limetta</i> Risso	Alto	3	3	3	3
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Alto y bajo	3	3	3	3
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Alto y bajo	3	3	3	3
<i>Citrus aurantium</i> Llave & Lexarza	Alto	3	3	3	3
<i>Erythrina ulei</i> Harms	Alto	3	3	3	3
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	Bajo	3	3	3	3
<i>Annona muricata</i> L.	Alto	3	3	2	2,8
<i>Eugenia jambos</i> L.	Alto	3	3	2	2,8
<i>Pouteria caimito</i> Radlk.	Alto y bajo	3	3	2	2,8
<i>Matisia cordata</i> Bonpl.	Bajo	3	3	2	2,8
<i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli	Alto	3	3	1	2,7
<i>Psidium guajava</i> L.	Alto	3	3	1	2,7
<i>Acnistus arborescens</i> L.	Alto	3	3	1	2,7

Nota: IB: importancia biofísica, NU: nivel de utilización, DC: demanda de comercialización, CIE: coeficiente de importancia económica de las especies.

Tabla 5: Especies forestales categorizadas de acuerdo con su potencial para ser utilizadas en sistemas de producción con *C. arabica*, para el cantón Palanda.

Categorías	Especies	Nro. especies
Inadecuadas	<i>Dendropanax</i> sp., <i>Vochysia guianensis</i> Aubl., <i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith, <i>Centrolobium ochroxylum</i> Rose ex Rudd, <i>Guazuma angustifolia</i> Kunth, <i>Juglans neotropica</i> Diels, <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart., <i>Ficus involuta</i> (Liebm.) Miq., <i>Sapium stylare</i> Müll. Arg., <i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	10
Medianamente adecuadas	<i>Persea americana</i> Mill., <i>Persea caerulea</i> (Ruiz & Pav.) Mez, <i>Lafoensia puniceifolia</i> DC., <i>Eucalyptus globulus</i> Labill., <i>Psidium guajava</i> L., <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb., <i>Citrus aurantium</i> Llave & Lexarza, <i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb., <i>Bixa orellana</i> L., <i>Guazuma</i> sp., <i>Persea caerulea</i> (Ruiz & Pav.) Mez, <i>Tectona grandis</i> L. f., <i>Eucalyptus globulus</i> Labill., <i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav., <i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	15
Adecuadas	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb., <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don, <i>Pouteria caimito</i> Radlk., <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck, <i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f., <i>Citrus reticulata</i> Blanco, <i>Citrus limetta</i> Risso, <i>Carica papaya</i> L., <i>Annona muricata</i> L., <i>Annona cherimola</i> Mill., <i>Bactris gasipaes</i> Kunth, <i>Matisia cordata</i> Bonpl., <i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart., <i>Eucalyptus globulus</i> Labill., <i>Pouteria caimito</i> (Miguel) Standl., <i>Eugenia jambos</i> L., <i>Veronanthura patens</i> (Kunth) H. Rob.	17
Muy adecuadas	<i>Erythrina ulei</i> Harms, <i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd., <i>Erythrina edulis</i> Triana ex Micheli, <i>Cedrela odorata</i> L., <i>Musa x paradisiaca</i> L., <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken, <i>Acacia mangium</i> , <i>Cecropia</i> sp., <i>Musa sapientum</i> L., <i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake, <i>Acnistus arborescens</i> L.	11

Fuente: Elaboración propia

condiciones también influyen en la calidad del café, pues la maduración más lenta del fruto en altitudes altas exige especies forestales que provean sombra adecuada y regulen la temperatura del microclima, contribuyendo indirectamente a mejorar el perfil sensorial del grano.

En el piso alto, las especies con mayores valores CIE fueron maderables y frutales, destacando los géneros *Citrus*, *Inga* y *Erythrina* con una importancia no solo maderable y frutal, sino también en su rol dentro de sistemas agroforestales, pues proporcionan sombra, mejoran la fertilidad del suelo mediante de fijación de nitrógeno y proveen de sombra para el café y la mejora de la estructura del suelo (Torquebiau, 2024; Farfán-Valencia, 2014).

En el piso bajo, predominaron los frutales como *Citrus sinensis* y *Bactris gasipaes*, mismas que destacan por su alta demanda potencial de tipo comercial. Estas especies cuentan con un importante valor económico en el mercado, utilizadas a nivel local, lo que las convierte en especies con potencial para ser comercializadas a mayor escala beneficiando a los productores locales (Chemeda et al., 2022).

Por lo tanto, es clave que los productores pertenecientes a la APECAP puedan desarrollar estrategias de manejo de las especies, pues la presencia de árboles maderables y frutales de alta importancia biofísica y socioeconómica, permitirían maximizar los beneficios de los sistemas productivos garantizando así una seguridad alimentaria y conservación de la biodiversidad (Ponce Vaca et al., 2018).

Entre algunas estrategias que podrían considerarse están el manejo de la regeneración de especies arbóreas, las distancias de plantación adecuadas entre especies y cultivos, el manejo de la sombra, el fomento a la comercialización de productos diferentes a la madera de especies como *Bactris gasipaes* y cítricos, trayendo consigo un aumento de la productividad y sostenibilidad a largo plazo de los sistemas agroforestales con beneficios tangibles para los productores (Ponce Vaca et al., 2018; Correia et al., 2010).

Especies potenciales para asociación con *Coffea arabica* L.

La agrupación de las especies, con $DAP \geq 5$ cm, en categorías de adecuación facilitó la selección de las mismas en cuanto a su potencialidad para formar parte de cultivos con *C. arabica*. El 22 % de las especies fueron clasificadas como muy adecuadas lo que refleja el alto potencial de estas para proporcionar beneficios ecológicos y socioeconómicos para los productores APECAP (Castillo-Angulo et al., 2021).

Otro importante grupo de especies fueron agrupadas como adecuadas porque son de interés para los productores y brindan beneficios importantes como la provisión de sombra, producción de madera y frutos, y contribuyen a la estabilidad del sistema agroforestal. Un caso particular lo representa *Musa x paradisiaca*, que a pesar de no ser una especie forestal representa un cultivo que genera beneficios económicos directos para los productores por tener un valor importante en los mercados locales, también incrementan la biodiversidad del sistema (Chemeda et al., 2022), tal como lo han demostrado otros estudios en sistemas agroforestales similares (Valencia et al., 2014).

Es importante destacar especies como *Inga spectabilis* y *Erythrina ulei* que poseen un valor ecológico significativo

para los cultivos con *C. arabica*, debido a su capacidad para mejorar la fertilidad del suelo al fijar nitrógeno, lo que mejora la productividad del café y la salud del suelo (Torquebiau, 2024). Especies maderables como *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora* y *Pouteria lúcum* son también importantes porque aportan con beneficios como la provisión de sombra para los cultivos, definen la estructura vertical del sistema y proveer de ingresos a largo plazo por el valor de la madera.

Los atributos ecológicos, productivos y comerciales de las especies evaluadas confirman su papel estratégico dentro del aprovechamiento sostenible de la tierra en sistemas agroforestales asociados con café. Al generar beneficios múltiples como la provisión de sombra, mejora del suelo, diversificación de ingresos económicos y aumento de la biodiversidad, estas especies forestales permiten optimizar el uso de la tierra sin comprometer sus funciones ecológicas, contribuyendo así a la formación de sistemas de producción más resilientes, sostenibles y adaptados a las necesidades locales.

CONCLUSIONES

La composición y diversidad de especies con $DAP \geq 5$ cm en asociación con el cultivo de *C. arabica*, entre los pisos altitudinales alto y bajo, fue alta sin presentar diferencias significativas, lo que resulta fundamental para la estabilidad ecológica, resiliencia y sostenibilidad de los sistemas agroforestales. Un importante número de especies con $DAP \geq 5$ cm fueron determinadas como de alta importancia ecológica destacando entre estas a las especies frutales, lo que determina que la importancia ecológica de las especies está relacionado con la necesidad de obtener beneficios económicos directos a corto plazo. En cuanto a las especies consideradas como potenciales para asociación con cultivo de *C. arabica* se estableció una combinación de especies capaces de proporcionar una diversidad de beneficios ecológicos, socioeconómicos y estabilidad de la integridad ecológica de los sistemas agroforestales.

AGRADECIMIENTOS

Extendemos los respectivos agradecimientos a la Asociación Agro artesanal de Productores Ecológicos de Palanda y Chinchipe (APECAP) y a los propietarios de las fincas que permitieron realizar los debidos estudios, así como por el tiempo brindado en el acompañamiento y facilitación de la información.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Todos los autores contribuyeron de manera equitativa para el desarrollo de la presente investigación.

REFERENCIAS

- Castillo-Angulo, K. D., Rincón-Bravo, K. L., Yela-Lara, S. del M., y Ordóñez-Jurado, H. R. (2021). *Especies forestales con potencial agroforestal en el Consejo Comunitario Alto Mira y Frontera (Tumaco, Colombia)*. <https://dx.doi.org/10.14482/inde.39.1.634.99>
- Celi-Delgado, L., y Aguirre-Mendoza, Z. (2022). *Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales de la parroquia Zumba, cantón Chinchipe, Ecuador*.

- Chemeda, B. A., Wakjira, F. S., y Hizikias, E. B. (2022). Tree diversity and biomass carbon stock analysis along altitudinal gradients in coffee-based agroforestry system of Western Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture*, 8(1), 2123767. <https://doi.org/10.1080/23311932.2022.2123767>
- Correia, M., Diabaté, M., Beavogui, P., Guilavogui, K., Lamanda, N., y de Foresta, H. (2010). Conserving forest tree diversity in Guinée Forestière (Guinea, West Africa): The role of coffee-based agroforests. *Biodiversity and Conservation*, 19(6), 1725–1747. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9800-6>
- Escobar, F., Lobo, J., y Halffter, G. (2005). *Altitudinal variation of dung beetle (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in the Colombian Andes*. <https://doi.org/10.1111/j.1466-822X.2005.00161.x>
- Farfán-Valencia, F. (2014). *Agroforestería y sistemas agroforestales con café*. 342
- Fischer, M., Weyand, A., Rudmann-Maurer, K., y Stöcklin, J. (2011). Adaptation of *Poa alpina* to altitude and land use in the Swiss Alps. *Alpine Botany*, 121(2), 91–105. <https://doi.org/10.1007/s00035-011-0096-2>
- GAD Palanda, P. (2020). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL*
- Muñoz, D. A., Calvache M., D., y Yela, J. F. (2013). *Especies forestales con potencial agroforestal para las zonas altas en el Departamento de Nariño*.
- Nair, P. K. R. (2011). Agroforestry Systems and Environmental Quality: Introduction. *Journal of Environmental Quality*, 40(3), 784–790. <https://doi.org/10.2134/jeq2011.0076>
- Ponce Vaca, L. A., Orellana Suarez, K. D., Acuña Velásquez, sidro R., Alfonso Alemán, J. L., y Fuentes Figueroa, T. (2018). *Situación de la caficultura ecuatoriana: Perspectivas*. 15(1), 307-325
- Ramos-Veintimilla, R., Nieto, C., y Galarza-Rosales, J. (2005). *La agroforestería una alternativa productiva y ambiental para la sierra ecuatoriana*.
- Romero Mejía, A. (2005). *Propuesta metodológica para seleccionar especies pioneras leñosas con fines de restauración ecológica, dentro de la Reserva Biológica Cachalú (Encio-Santander)*. 9.
- Tesfay, F., Moges, Y., y Asfaw, Z. (2022). Woody Species Composition, Structure, and Carbon Stock of Coffee-Based Agroforestry System along an Elevation Gradient in the Moist Mid-Highlands of Southern Ethiopia. *International Journal of Forestry Research*, 2022(1), 4729336. <https://doi.org/10.1155/2022/4729336>
- Torquebiau, E. (2024). *Tropical Forest Issues*. <http://doi.org/10.55515/OEQC4236>
- Vaca, L. A. P., Velázquez, I. R. A., Ponce, P. P., y Suárez, K. D. O. (2018). *El sistema agroforestal cafetalero. Su importancia para la seguridad agroalimentaria y nutricional en Ecuador*. 6
- Valencia, V., García-Barrios, L., West, P., Sterling, E. J., y Naeem, S. (2014). The role of coffee agroforestry in the conservation of tree diversity and community composition of native forests in a Biosphere Reserve. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 189, 154–163. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.03.024>
- Zapata Arango, P. C. (2019). *Composición y estructura del Dosel de Sombra en sistemas agroforestales con café de tres municipios de Cundinamarca, Colombia*