



Recibido: 02/03/2022

Aceptado: 21/07/2022

DOI: 10.22490/21456453.5648



ANÁLISIS FLORÍSTICO DE SISTEMAS AGROFORESTALES TRADICIONALES DE CACAO (*Theobroma cacao* L) EN NARIÑO

FLORISTIC ANALYSIS OF TRADITIONAL AGROFORESTRY COCOA SYSTEMS (*Theobroma cacao* L) IN NARIÑO

Jesús Geovanny Solarte Guerrero¹

William Ballesteros Possú²

David Andrés Calvache Muñoz³

¹ Candidato a Doctor en Ciencias Agrarias. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.
solarteg@hotmail.com

² Doctor en Recursos Naturales. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.
wballesterosp@gmail.com

³ Magíster en Agroforestería. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.
dacalvache@udenar.edu.co

Citación: Solarte, J., Ballesteros, W. y Calvache, D. (2023). Análisis florístico de sistemas agroforestales tradicionales de cacao (*Theobroma cacao* L) en Nariño. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 14(1), 11 - 29. <https://doi.org/10.22490/21456453.5648>

RESUMEN

Contextualización: el análisis florístico de los componentes asociados al cultivo de cacao se considera un aspecto determinante al momento de diseñar modelos agroforestales congruentes con las necesidades de la región.

Vacío de conocimiento: en la Costa Pacífica nariñense, los sistemas agroforestales tradicionales de cacao poseen diversidad de especies que acompañan al cultivo principal; sin embargo, son escasos los estudios donde se han identificado y caracterizado para conocer sus beneficios económicos y ambientales.

Propósito: el objetivo de esta investigación fue realizar una caracterización de las especies leñosas presentes en los sistemas agroforestales tradicionales [SAF] de cacao [*Theobroma cacao* L] en cuatro consejos comunitarios: Alto Mira, Bajo Mira, Río Chagüí y Las Varas del municipio de Tumaco, Nariño. Se desarrolló en el marco del proyecto denominado “Estudio para el mejoramiento de la productividad y calidad sensorial [aroma y sabor] del cacao [*Theobroma cacao* L] regional del departamento de Nariño”, en el que se realizó un inventario de las diferentes especies arbóreas y se determinó la diversidad de estos sistemas por medio del índice de Shannon y Simpson (D).

Metodología: se inventariaron 22 parcelas, con un área de 400 m² c/u, ob-

teniendo así un total de 0.88 hectáreas en toda el área muestreada. Se determinaron riqueza, densidad, área basal, frecuencia, dominancia, abundancia y el índice de valor de importancia ecológica (IVI). Finalmente, se determinó la diversidad mediante los índices de Shannon y Simpson.

Resultados y conclusiones: en los cuatro consejos se encontraron 150 ejemplares de leñosas, concentrados en 27 especies. El consejo comunitario Las Varas presentó la mayor densidad de especies con 0,014 ind/m²; allí, las especies con mayor número de individuos por familia fueron *Tabebuia rosea*, *Cedrela odorata* y *Cordia alliodora*. En general, las familias de leñosas que más se destacaron por su abundancia fueron *Rutaceae*, *Moraceae*, *Meliaceae*, *Annonaceae* y *Sapotaceae*; y por el índice de valor de importancia sobresalieron las especies *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Pouteria sapota* y *Tabebuia rosea*. Finalmente, en los índices de Shannon y Simpson no se presentaron diferencias significativas; pero el consejo Las Varas se destacó por su mayor diversidad de especies, debido a los diferentes estudios de implementación y evaluación de arreglos agroforestales que se han establecido en la zona.

Palabras clave: riqueza, IVI, diversidad, dominancia, inventarios, sistemas productivos.



ABSTRACT

Contextualization: The floristic analysis of the components associated with the cocoa crop is considered as a keystone to design relevant agroforestry models.

Knowledge gap: In the Pacific Coast of Nariño, traditional agroforestry systems of cocoa have a diversity of secondary species; however, there are few studies that have identified and characterized their economic and environmental benefits.

Purpose: The objective of this research was to characterize the woody species existing in traditional cocoa agroforestry systems (*Theobroma cacao* L) of four community councils: Alto Mira, Bajo Mira, Río Chagüí and Las Varas, in the municipality of Tumaco, Nariño. It was developed within the framework of the project called "Study for the improvement of productivity and sensory quality (aroma and flavor) of cocoa (*Theobroma cacao* L) regional department of Nariño", in which an inventory of the different tree species was made, and the diversity of these systems was determined by means of the Shannon and Simpson index (D).

Methodology: 22 sampling plots, of 400 m² each one, were inventoried. Ri-

chness, density, basal area, frequency, dominance, abundance, and the index of ecological importance value (IVI) were determined. Finally, diversity was determined using Shannon's and Simpson's indices.

Results and conclusions: 150 specimens of woody plants were found in the four councils, concentrated in 27 species. The community council Las Varas had the highest density with 0,014 ind/m²; there, the species with the highest number of individuals per family were *Tabebuia rosea*, *Cedrela odorata* y *Cordia alliodora*. The families that stood out the most for their abundance were *Rutaceae*, *Moraceae*, *Meliaceae*, *Annonaceae* and *Sapotaceae*. The species with an outstanding importance due to their value index were *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Pouteria sapota* y *Tabebuia rosea*. Finally, in the Shannon and Simpson indices there were no significant differences; however, Las Varas council was prominent for its greater diversity of species, due to the different studies of implementation and evaluation of agroforestry arrangements that have been established in the area.

Key words: richness, IVI, diversity, dominance, inventories, productive systems.

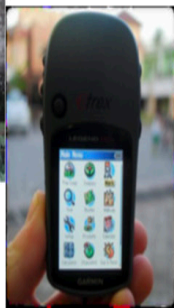


RESUMEN GRÁFICO

ANÁLISIS FLORÍSTICO

Variables evaluadas.

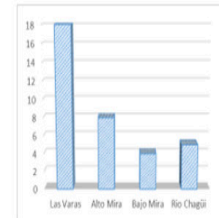
- Densidad.
- Riqueza
- Dominancia.
- Frecuencia.
- Índice de valor de importancia ecológica.
- Índice de Shannon.
- Índice de Simpson.



Índice de valor de importancia ecológica

ALTO MIRA		LAS VARAS	
Nombre	IVI (%)	Nombre	IVI (%)
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L	18	<i>Bixa Orellana</i>	5
<i>Bactris gasipaes</i>	19	<i>Persea americana</i>	9
<i>Inga edulis</i>	58	<i>Cucurbita máxima</i>	5
<i>Guadua angustifolia</i>	14	<i>Hevea brasiliensis</i>	15
<i>Vochysia sp.</i>	28	<i>Cedrela odorata</i>	81
<i>Cordia alliodora</i>	73	<i>Annona cherimola</i>	5
<i>Ficus sp.</i>	57	<i>Inga edulis</i>	26
<i>Musa x paradisiaca</i>	33	<i>Annona muricata</i>	7
		<i>Vochysia sp.</i>	5
		<i>Cordia alliodora</i>	13
		<i>Citrus x limón</i>	18
		<i>Citrus reticulata</i>	5
		<i>Ficus sp.</i>	66
		<i>Citrus x sinensis</i>	5
		<i>Carica papaya</i>	4
		<i>Musa x paradisiaca</i>	6
		<i>Erioseye rodentiophila</i>	9
		<i>Zanthoxylum rhoifolium, tembetari</i>	16
Total	300	Total	300
BAJO MIRA		RIO CHAGÜI	
Nombre	IVI (%)	Nombre	IVI (%)
<i>Cedrela odorata</i>	43	<i>Cedrela odorata</i>	82
<i>Cocos nucifera</i>	76	<i>Annona muricata</i>	17
<i>Inga edulis</i>	45	<i>Carapa guianensis</i>	17
<i>Pouteria sapota</i>	135	<i>Tectona grandis</i>	166
		<i>Pouteria sapota</i>	17
Total	300	Total	300

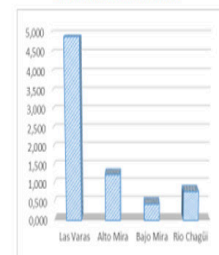
Riqueza



Densidad



Índice de Shannon



Índice de Simpson



Figura 1. Esquema metodológico y descripción de resultados

Fuente: Esta investigación (2022).



1. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L) en Colombia es un cultivo que se ha convertido en el sustento de 52000 familias, presentes en 422 municipios de 30 departamentos del país, quienes trabajan para mejorar su calidad de vida y posicionar el grano nacional como uno de los mejores del mundo (Federación nacional de cacaoteros [Fedecacao], 2019). Económicamente, se considera que el desarrollo de una economía basada en el cacao constituye una alternativa válida para impulsar el desarrollo sostenible de Colombia; sin embargo, se carece de la información básica necesaria sobre los sistemas de producción de cacao para la instrumentación de planes que permitan mejorar su desempeño y sostenibilidad (Ramírez et al., 2014)

A pesar de lo anterior, sí se tiene información sobre los lugares de Colombia en los que se cultiva cacao. En Nariño, por ejemplo, la actividad cacaotera se desarrolla principalmente en Tumaco, donde se estima un área de 18600 ha-1 cultivadas (Agronet, 2020); y por las condiciones agroclimáticas de esta región, el cacao ha desarrollado muy buenas características organolépticas, es decir, un buen sabor y aroma. Por esto, el cacao colombiano ha logrado ubicarse entre los mejores del mundo, por ejemplo, en el Centro de Exposiciones de la Puerta de Versalles, en París, Colombia obtuvo en el 2015 el primer

premio con un cacao de Tumaco (Bautista, 2019)

Otro aspecto que tiene sentido considerar son las demás especies asociadas al cultivo de cacao. Según Fedecacao (2018), como especie originaria de los bosques tropicales americanos, el cacao se desarrolló de manera ancestral bajo la sombra, lo que hace que la especie esté habituada a vivir bajo otros árboles. Esto es importante desde el punto de vista de ambiental por la heterogeneidad que permite y porque significa la posibilidad de intercalar las plantas que tienen valor económico, lo que fortalece el sistema del cultivo. Por lo tanto, la identificación de las especies de importancia económica y ambiental asociadas al cultivo de cacao se considera un aspecto elemental para diseñar y proponer modelos agroforestales acordes a las necesidades de las familias cultivadoras de cacao.

En este contexto, y con el fin de fortalecer el conocimiento del sistema agroforestal tradicional de cacao, este estudio planteó como objetivo realizar el análisis florístico de las especies acompañantes de los sistemas agroforestales tradicionales de cacao, en Tumaco, Nariño, donde se realizó un inventario de las diferentes especies arbóreas asociadas a los SAF de cacao y se determinó la diversidad de estos sistemas por medio del índice de Shannon y Simpson (D).



2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

La presente investigación se realizó en estos consejos comunitarios: Las Varas, Alto Mira, Bajo Mira y Río Chagui, localizados Tumaco, Nariño, al sur occidente de Colombia, a una altura de 10 a 150 m s. n. m., temperatura promedio de 26 °C, humedad relativa de 87 % y una precipitación que oscila entre 2800 a los 35000 mm anuales (Figura 2). Se encuentra en una zona de vida bosque húmedo tropical y muy húmedo tropical (Alcaldía Municipal de Tumaco, 2008).

2.2. Muestreo e inventario de la estructura vertical

Para el inventario se contemplaron un total de 22 parcelas, definidas a partir de un muestreo aleatorio simple, distribuidas en los cuatro consejos comunitarios. Estas unidades de muestreo contaron con un área de 400 m² (20 m x 20 m) (Rangel y Velázquez, 1997), lo que sumó un total de 0,88 hectáreas para toda el área muestreada, en ellas se determinó el número de árboles y el uso actual. La identificación por nombre común se realizó gracias a los conocimientos locales de los productores de cacao de la región, y para identificar aquellas especies que no se lograron reconocer en campo se llevó una muestra al laboratorio de Botánica de la Universidad de Nariño, donde se hizo la respectiva identificación.

Para determinar la estructura de la vegetación, Curtis & McIntosh (1951) desarrollaron un índice de valor de importancia (IVI), que es el producto de la suma de los valores relativos de frecuencia, densidad y dominancia asignados a cada especie. Para el área basal, se midió el diámetro del tronco de cada especie a la altura del pecho (DAP: 1,3 m sobre el nivel del suelo) con una cinta diamétrica. Además, se determinaron los valores de abundancia y riqueza, los cuales son un indicativo de la salud de los sistemas.

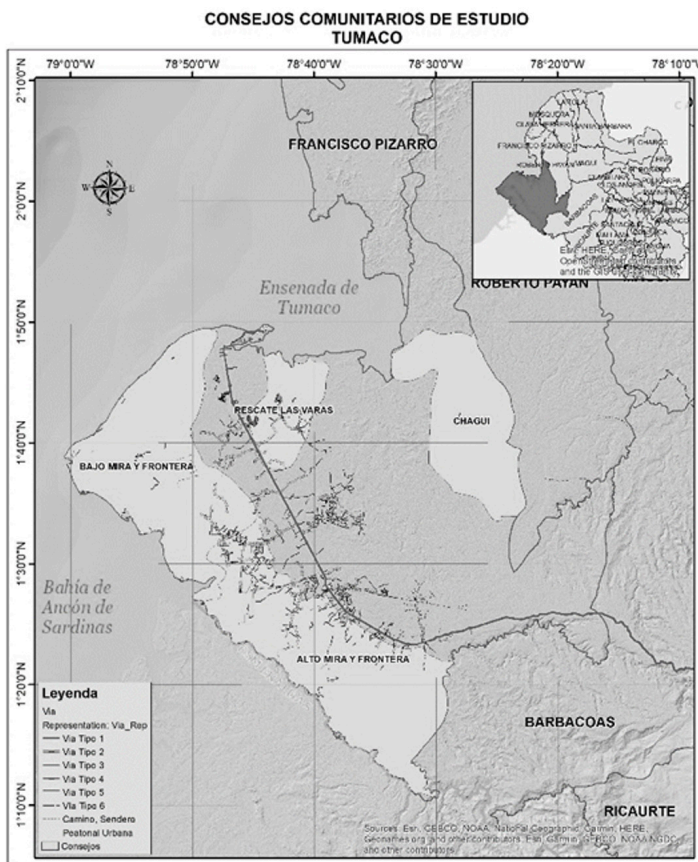


Figura 2. Consejos comunitarios de la zona de estudio, municipio de Tumaco.

Fuente: Esta investigación (2022).

más, se determinaron los valores de abundancia y riqueza, los cuales son un indicativo de la salud de los sistemas.

Estos valores se determinaron así:

- Densidad = Número de individuos / Área muestreada
- Densidad relativa = (Densidad por especie / Densidad de todas las especies) X 100
- Dominancia = Total de área basal / Área muestreada
- Dominancia relativa = (Dominancia por especie / Dominancia de todas las Especies) X 100
- Frecuencia = Unidades muestreo que está presente la especie / Número total unidades de muestreo
- Frecuencia relativa = (Frecuencia por especie / Frecuencia de todas las especies) X 100
- Índice de valor de Importancia (IVI) = densidad relativa + dominancia relativa + frecuencia relativa

(ecuación 2), los cuales se calcularon con las siguientes ecuaciones (Magurran, 1998):

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde p_i = proporción de cada especie en la población.

$$D = \frac{\sum_{i=1}^s n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde n = número de individuos por especie

N = total de individuos presentes

2.3. Índices de diversidad

Para evaluar la diversidad en los sistemas agroforestales tradicionales de cacao, se emplearon los índices de Shannon (H') (ecuación 1) y Simpson (D)

Análisis estadístico

Los datos de riqueza y densidad de especies se analizaron mediante un ANOVA para detectar diferencias estadísticas entre las localidades y cuando estas fueron evidentes se utilizó una prueba de Tukey para separar los promedios. Se encontró que los datos analizados cumplieron con los criterios de homocedasticidad y normalidad con una probabilidad del 95 %. El procesamiento de la información se realizó con el software de Infostat versión 2019e.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Riqueza y densidad de las especies.

El sistema productivo de cacao es diverso en su composición [tanto intra como interespecífica] y se encuentran diferentes variedades de cacao, entre

las cuales se evidencian cacaos criollos, híbridos, hijos de híbridos y clones regionales y universales.

De acuerdo con el análisis florístico, se encontraron 150 ejemplares de plantas pertenecientes a 27 especies de vege-



tación nativa, secundaria y exótica, las cuales se distribuyeron en 18 familias para los cuatro consejos comunitarios estudiados. Las familias más importantes, en cuanto a número de especies, fueron: Rutaceae (4), representada en las especies *Citrus limón*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Citrus reticulata* y *Citrus x sinensis*; seguida de las familias *Moraceae*, *Meliaceae*, *Annonaceae* y *Sapotaceae*, las cuales presentaron 2 especies cada una (Tabla 1). Ebratt (2022) encontró que las familias más representativas en SAF de

cacao de Bolívar (Colombia) fueron *Fabaceae* y *Lauraceae*; mientras que Rojas et al. (2021) resaltan a las familias *Moraceae*, *Fabaceae* y *Myristicaceae*. En el análisis de varianza se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los consejos comunitarios. El consejo comunitario Las Varas presentó la mayor riqueza en especies (18), seguido por Alto Mira (8) y Río Chagüí (5); el que menor riqueza presentó fue el consejo comunitario Bajo Mira (4) (Figura 3).

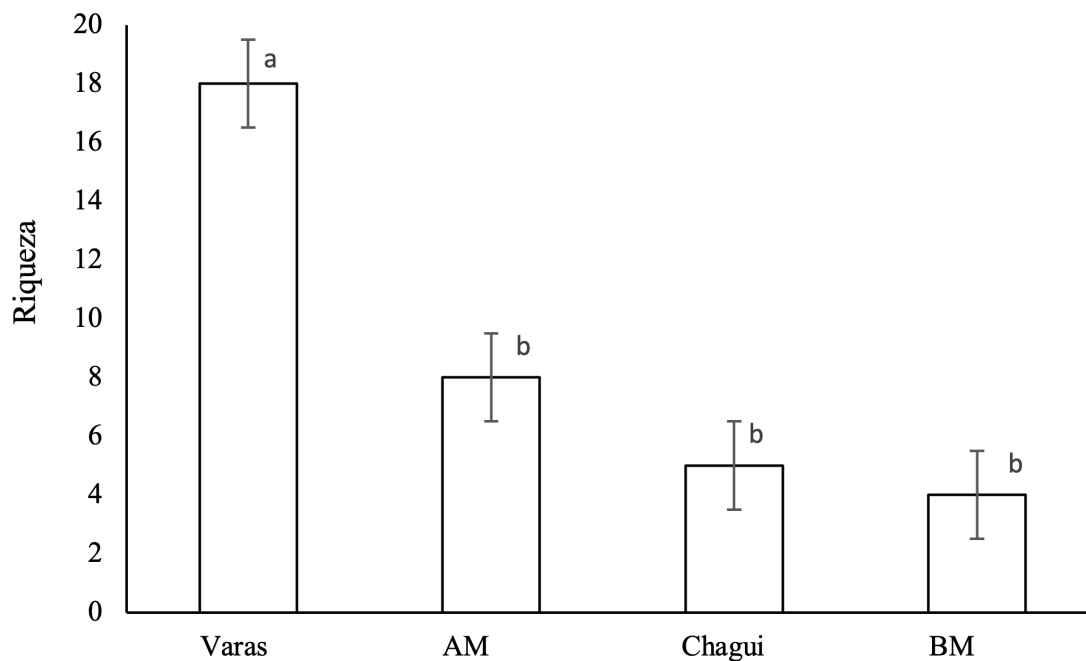


Figura 3. Riqueza de especies por consejo comunitario. Fuente: Esta investigación (2022).

Para la densidad de especies se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los consejos comunitarios (Figura 4). El consejo comunitario Las Varas presentó la mayor densidad de individuos con un valor de 0,014 ind/m², seguido de Alto Mira y Bajo Mira

con 0,010 ind/m², y el valor más bajo lo presentó Río Chagüí con tan solo 0,004 ind/m². Las especies que presentaron mayor número de individuos por familia fueron *Castilleja elástica*, *Tabebuia rosea* y *Cedrela odorata* (Tabla 1).

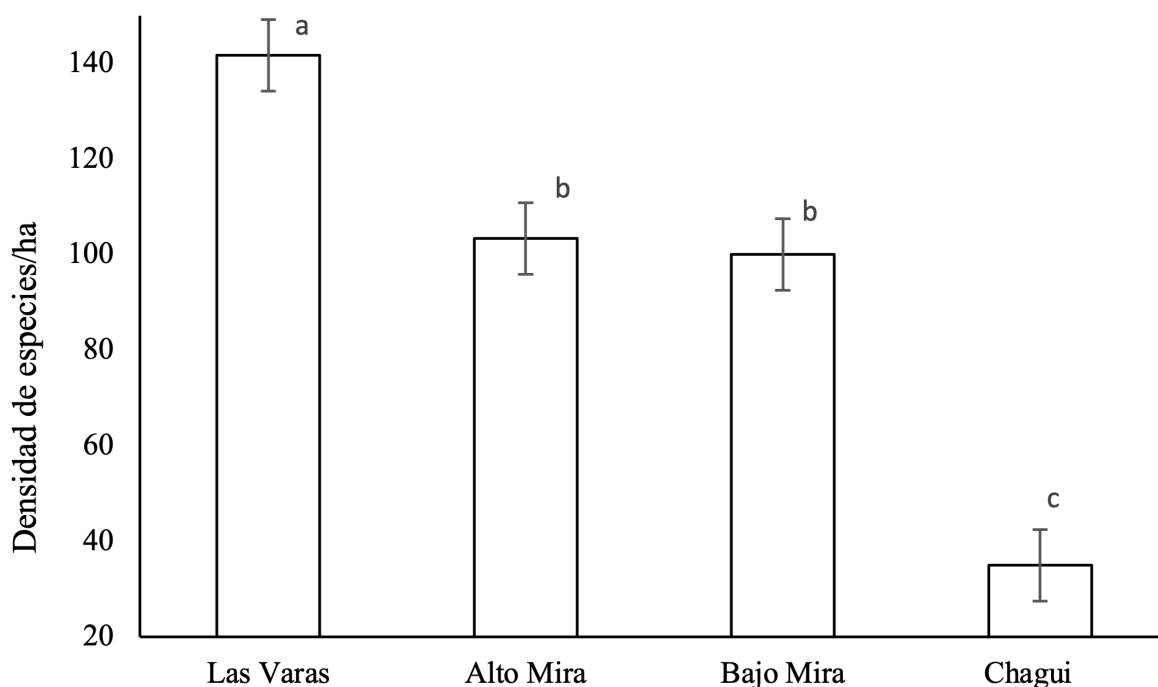


Figura 4. Densidad de especies por estrato. **Fuente:** Esta investigación (2022).

Lo anterior indica que los valores sobresalientes del consejo comunitario Las Varas, en cuanto a riqueza y densidad de especies acompañantes, se deben a que es un territorio con alta intervención respecto a proyectos productivos y apoyo a la comunidad. Además, se ha mantenido en un alto nivel la conser-

vación de las especies vegetales nativas y el establecimiento de especies maderables de valor comercial asociadas al cultivo de cacao. Cabe destacar que este consejo posee sistemas agroforestales de cacao tradicionales en medio de áreas boscosas tropicales y de alta riqueza vegetal.

Tabla 1. Densidad de las especies y familias encontradas SAF tradicionales de Cacao en Tumaco.

Nombre común	Especie	Familia	Individuos en 0.88 ha (n.)
Achiote	<i>Bixa Orellana</i>	<i>Bixaceae</i>	1
Aguacate	<i>Persea americana</i>	<i>Lauráceae</i>	2
Caimitillo	<i>Chrysophyllum oliviforme L</i>	<i>Sapotaceae</i>	1
Calabazo	<i>Cucurbita máxima</i>	<i>Cucurbitáceas</i>	1
Caucho	<i>Castilloa elástica</i>	<i>Moraceae</i>	2
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Meliaceae</i>	35
Chirimoya	<i>Annona cherimola</i>	<i>Annonaceae</i>	1
Chontaduro	<i>Bactris gasipaes</i>	<i>Arecáceae</i>	2



Coco	<i>Cocos nucifera</i>	<i>Arecáceae</i>	2
Garza	<i>Tabebuia rosea</i>	<i>Bignonáceae</i>	39
Guamo	<i>Inga edulis</i>	<i>Fabaceae</i>	9
Guadua	<i>Guadua angustifolia</i>	<i>Poaceae</i>	1
Guanabana	<i>Annona muricata</i>	<i>Annonaceae</i>	3
Laguna	<i>Vochysia sp.</i>	<i>Vochysiaceae</i>	3
Nogal Cafetero	<i>Cordia alliodora</i>	<i>Boraginaceae</i>	16
Limón	<i>Citrus x limón</i>	<i>Rutaceae</i>	4
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	<i>Rutaceae</i>	1
Matapalo	<i>Ficus sp.</i>	<i>Moraceae</i>	2
Naranja	<i>Citrus x sinensis</i>	<i>Rutaceae</i>	1
Papaya	<i>Carica papaya</i>	<i>Caricaceae</i>	1
Plátano	<i>Musa paradisiaca</i>	<i>Musaceae</i>	7
Sandillo	<i>Eriosyce rodentiophila</i>	<i>Cactáceas</i>	1
Tachuelo	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	<i>Rutaceae</i>	4
Tangare	<i>Carapa guianensis</i>	<i>Meliaceae</i>	1
Teca	<i>Tectona grandis</i>	<i>Lamiaceae</i>	8
Sapote	<i>Pouteria sapota</i>	<i>Sapotaceae</i>	3
Total			150

Fuente: Esta investigación (2022).

Algunas familias de plantas, encontradas en este estudio, coinciden con las reportadas por Ordoñez y Rangel (2020) en sistemas agroforestales de cacao en el Huila, donde las familias más sobresalientes fueron *Fabaceae*, *Myrtaceae*, *Moraceae*, *Rutaceae*, *Anacardiaceae* y *Malvaceae*. De igual manera, Ramírez-Meneses et al. (2013) evidenciaron, en plantaciones agroforestales de cacao de 50 años, que las familias más predominantes en estos sistemas fueron *Leguminosae*, *Musaceae*, *Rhamnaceae*, *Meliaceae*, *Lauraceae* y *Moraceae*, con especies como *Musa sp.*, *Colubrina arborescens*, *Erythrina sp.*, *Cedrela odorata* y *Persea americana*.

Caso similar evidenciaron Romero et al. (2009), quienes encontraron que las familias más comunes fueron *Fabaceae*,

Palmaceae y *Rutaceae*, dado que son muy usadas para uso artesanal y por las características de frutal comestible, lo cual se traduce en un beneficio económico adicional al cultivador de cacao. Lo anterior explica que algunos frutales y maderables de la familia *Rutaceae*, y otras especies como *Castilloa elástica* y *ficus sp.* de la familia *Moraceae* sean muy comunes es este tipo de sistemas, debido a que se han introducido o han crecido naturalmente en forma de árboles dispersos prestando funciones de sombra y alimento. Además, Preciado et al. (2011) mencionan que los sistemas tradicionales de cacao en la zona se caracterizan por tener arreglos espaciales y temporales diversos, conformados por diferentes especies de musáceas, frutales y árboles maderables.

3.2. Área basal, frecuencia, dominancia y abundancia de las especies.

Las especies *Ficus sp.*, *Cedrela odorata*, *Inga edulis* y *Tectona grandis* presentaron los valores más altos de área basal (4,22, 1,20, 0,77 y 0,60). Por su parte, las especies *Cedrela odorata* y *Tabebuia rosea*

tuvieron valores altos en la frecuencia relativa (19,4 y 13,4 %). En los valores de dominancia, la especie que más sobresalió fue *Ficus sp.* (46,57 %); seguida de *Cedrela odorata* con 13,99 % e *Inga edulis* y *Tabebuia rosea* con 9,65 y 8,96 %. Finalmente, las especies más abundantes fueron *Tabebuia rosea* y *Cedrela odorata* con el 26 y 23,33 % (Tabla 2).

Tabla 2. Valores de área basal, frecuencia, dominancia y abundancia de las especies encontradas en los SAF tradicionales de cacao.

Nombre	n	Σ Area Basal (m ²)	Frecuencia Relativa %	Dominancia Relativa %	Abundancia Relativa %
<i>Bixa Orellana</i>	1	0,004	1,49	0,05	0,67
<i>Persea americana</i>	2	0,006	2,99	0,07	1,33
<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L	1	0,008	1,49	0,09	0,67
<i>Cucurbita máxima</i>	1	0,002	1,49	0,02	0,67
<i>Castilloa elástica</i>	2	0,385	2,99	4,25	1,33
<i>Cedrela odorata</i>	35	1,205	19,4	13,99	23,33
<i>Annona cherimola</i>	1	0,015	1,49	0,16	0,67
<i>Bactris gasipaes</i>	2	0,001	1,49	0,01	1,33
<i>Cocos nucifera</i>	2	0,017	1,49	0,19	1,33
<i>Tabebuia rosea</i>	39	0,54	13,43	8,96	26
<i>Inga edulis</i>	9	0,77	8,96	9,656	
<i>Guadua angustifolia</i>	1	0	1,49	0	0,67
<i>Annona muricata</i>	3	0,033	2,99	0,37	2
<i>Vochysia sp.</i>	3	0,041	2,99	0,452	
<i>Cordia alliodora</i>	12	0,423	5,97	5,57	11
<i>Citrus x limón</i>	4	0,037	5,97	0,41	2,67
<i>Citrus reticulata</i>	1	0,051	1,49	0,56	0,67
<i>Ficus sp.</i>	2	4,222	2,99	46,57	1,33
<i>Citrus x sinensis</i>	1	0,018	1,49	0,2	0,67
<i>Carica papaya</i>	1	0,001	1,49	0,01	0,67
<i>Musa paradisiaca</i>	7	0,018	2,99	0,2	4,67
<i>Erioseya rodentiphila</i>	1	0,318	1,49	3,51	0,67
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	4	0,064	4,48	0,71	2,67



<i>Carapa guianensis</i>	1	0,001	1,49	0,01	0,67
<i>Tectona grandis</i>	11	0,60	2,99	3,13	4,33
<i>Pouteria sapota</i>	3	0,078	2,99	0,86	2
Total	150	9,07	100	100	100

Fuente: Esta investigación (2022).

Los anteriores resultados demostraron que especies como *Cedrela odorata* y *Tabebuia rosea* se destacaron en la mayoría de las fincas evaluadas, debido a que son especies de alto valor comercial que han sido implementadas en su mayoría por el productor y en algunos casos han crecido de forma natural. Esto concuerda con lo reportado por Preciado et al. (2011), quienes encontraron que estas especies son comunes en los sistemas tradicionales de cacao de Tumaco y han crecido por regeneración natural en las fincas. Por lo tanto, estas especies han sido de gran preferencia por los sembradores de cacao, quienes han optado por preservarlas y establecerlas debido a su alto potencial maderable, lo cual representa ingresos económicos a largo plazo para sus familias.

Por otra parte, al examinar las relaciones espaciales, y teniendo en cuenta el índice de Gadow (Gadow et al., 1998) de las especies acompañantes al cacao, en los sistemas agroforestales examinados se evidencian, cerca de los cultivos de cacao, especies de árboles maderables y frutales que presentan una característica dominante, debido al diámetro medio de las plantas de cacao propagadas por injertación (Rodríguez, 2006).

3.3. Índice de Valor de Importancia.

Según Alvis (2009), el índice de valor de importancia (IVI) es posiblemente el más conocido y se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia, la frecuencia y la dominancia relativa, permitiendo comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema. En la zona de estudio, las condiciones biofísicas de los cuatro consejos comunitarios no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p = 0,32$) y, por lo tanto, la diversidad entre consejos no es alta, encontrándose similitudes en las especies arbóreas asociadas al cultivo de cacao. Dentro de esta homogeneidad de especies, se encontró que existen especies con mayor valor de importancia como *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Tabebuia rosea* y *Pouteria sapota*, correspondientes a toda la zona de estudio.

El cálculo de IVI arrojó que, para el consejo comunitario Alto Mira, sobresalen *Cordia alliodora* e *Inga edulis* con un IVI de 73 y 58 %. Para Bajo Mira, las especies *Pouteria sapota* y *Cocos nucifera* (135 y 76 %). En el consejo Las Varas, las especies *Cedrela odorata* y *Tabebuia rosea* (71 y 58 %). Finalmente, para Rio Chagui

sobresalen *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata* (78 y 65 %) (Tabla 3). Lo anterior indica la presencia de especies maderables y frutales en el sistema agroforestal

tradicional de cacao, que permiten al productor obtener ingresos adicionales por la venta de madera y fruta.

Tabla 3. Valores de importancia (IVI) por consejo comunitario en el municipio de Tumaco.

LAS VARAS		ALTO MIRA	
Nombre	IVI (%)	Nombre	IVI (%)
<i>Bixa Orellana</i>	5	<i>Chrysophyllum oliviforme</i> L	18
<i>Persea americana</i>	9	<i>Bactris gasipaes</i>	19
<i>Cucurbita máxima</i>	5	<i>Inga edulis</i>	58
<i>Hevea brasiliensis</i>	15	<i>Guadua angustifolia</i>	14
<i>Cedrela odorata</i>	71	<i>Vochysia sp.</i>	28
<i>Annona cherimola</i>	5	<i>Cordia alliodora</i>	73
<i>Inga edulis</i>	22	<i>Ficus sp.</i>	57
<i>Tabebuia rosea</i>	58	<i>Musa paradisiaca</i>	33
<i>Annona muricata</i>	7	TOTAL	300
<i>Vochysia sp.</i>	5	BAJO MIRA	
<i>Cordia alliodora</i>	13	<i>Cedrela odorata</i>	43
<i>Citrus limón</i>	13	<i>Cocos nucifera</i>	76
<i>Citrus reticulata</i>	5	<i>Inga edulis</i>	46
<i>Ficus sp.</i>	30	<i>Pouteria sapota</i>	135
<i>Citrus sinensis</i>	5	TOTAL	300
<i>Carica papaya</i>	4	RÍO CHAGÜÍ	
<i>Musa paradisiaca</i>	6	<i>Cedrela odorata</i>	71
<i>Eriocyce rodentiophila</i>	9	<i>Annona muricata</i>	17
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	13	<i>Tabebuia rosea</i>	48
TOTAL	300	<i>Cordia alliodora</i>	78
		<i>Carapa guianensis</i>	17
		<i>Tectona grandis</i>	30
		<i>Pouteria sapota</i>	39
		TOTAL	300

Fuente: Esta investigación (2022).

El análisis general del IVI, para este estudio, mostró que las especies maderables y frutales como *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora* y *Pouteria sapota* predominan en los consejos comunitarios donde el productor ha optado por implemen-

tarlas en sus fincas, por su importancia comercial. Romero et al. (2009) evidenciaron que, en sistemas agroforestales en México, las especies con el mayor valor de importancia fueron *Mangifera indica* y *Pouteria sapota*, convirtiéndolo-



se en las especies de sombra más frecuentemente encontradas, debido a su característica de frutal y a su excelente demanda en el mercado. Por su parte, Jadán et al. (2016) encontraron que, en los sistemas agroforestales tradicionales de cacao en Ecuador, las especies de mayor importancia fueron *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata*. Ebratt (2022), en SAF de cacao en Bolívar (Colombia), destacó a las especies *Gliricidia sepium* y *Persea americana*. Rojas et al. (2021), en bosques asociados a cacao, destacaron a las especies *Ryanthera laevis*, *Brosimum cf. potabile*, *Eschweilera albiflora*, *Iryanthera crassifolia*, *Neea parviflora*, *Theobroma glaucum* y *Parinari campestri*. Finalmente, Suatunce y Espinoza (2019) en SAF de cacao en Ecuador encontraron que la especie con un mayor índice de valor de importancia ecológica fue *Tectona grandis* con 142,52 %.

Lo anterior ratifica el interés de los productores en asociar especies arbóreas,

ya sean maderables o frutales, con el cacao; debido a que genera beneficios ambientales [como sombra] y les genera ingresos adicionales por la venta de la madera o fruta. Fedecacao (2019) expresa que los maderables son de gran importancia, ya que brindarán sombra en la vida adulta del cacao, por ser especies de porte alto; además, son de gran utilidad económica.

3.4. Índice de diversidad de Shannon-Simpson.

Para el índice de Shannon no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los diferentes consejos comunitarios evaluados. El valor más alto se encontró en el consejo Las Varas con 1,25, y el índice más bajo correspondió a los consejos de Bajo Mira y Frontera (Figura 5). De acuerdo con la interpretación de los índices de Vega y Somarriba (2005), los consejos presentaron una baja diversidad.

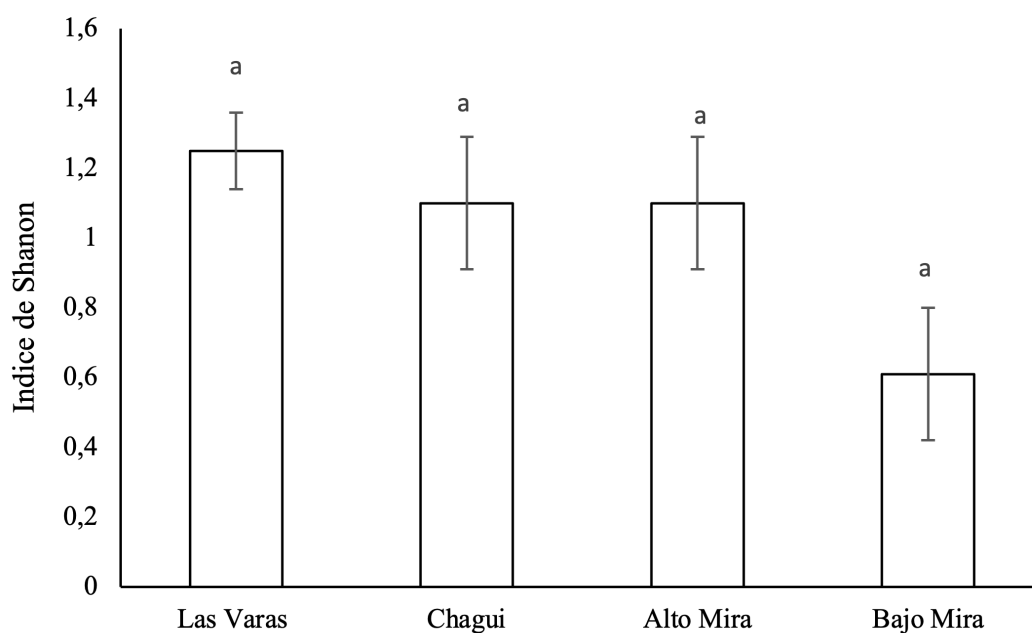


Figura 5. Índice de Shannon por consejo comunitario. Fuente: Esta investigación (2022).

Salvador-Morales et al. (2019), en un estudio realizado en México, encontraron que los cacaotales mayores de 40 años registran índices de diversidad de 2,6, concluyendo que a mayor edad de las plantaciones mayor es su diversidad de especies; de igual manera, Ebratt (2022) encontró índices de 2,6 en SAF de cacao. Igualmente, los estudios de Sánchez et al. (2016) señalan que los SAF mayores de 35 años registran un mayor número de especies; y Ramírez-Meneses et al. (2013) afirman que los SAF más viejos albergan una mayor diversidad de especies, respecto a los más jóvenes. No obstante, Suatunce y Espinoza (2019) evidenciaron, en los SAF de cacao, índices de 1,26, lo cual fue muy cercano a lo encontrado en este estudio.

En el caso del índice de Simpson (figura 6), no se presentaron diferencias significativas entre los consejos comunitarios. Los índices oscilaron entre 0,4 y 0,7, reportados en Las Varas y Bajo Mira respectivamente. El valor más alto lo

presentó Bajo Mira con 0,67, seguido de Chagui con 0,64; y los valores más bajos fueron Alto Mira y Las Varas con 0,38 y 0,35. De acuerdo con la interpretación de este índice, los valores más bajos encontrados en los consejos indican una mayor diversidad de las especies, como es el caso de los consejos Las Varas y Alto Mira. Este estudio difiere con los resultados de Espinoza (2019) y Ebratt (2022), quienes encontraron índices de 0,04 en sistemas agroforestales de cacao en Ecuador y 0,11 en Bolívar (Colombia), indicando mayor diversidad de especies en la zona.

Es importante dar a conocer estos valores con la finalidad de evaluar la diversidad de la vegetación, la cual es un componente fundamental para una valoración de los sistemas de producción de cacao en la Costa Pacífica porque ofrece ventajas como la generación de ingresos económicos adicionales y la mejora de condiciones para el cultivo de cacao (Benítez et al., 2004).

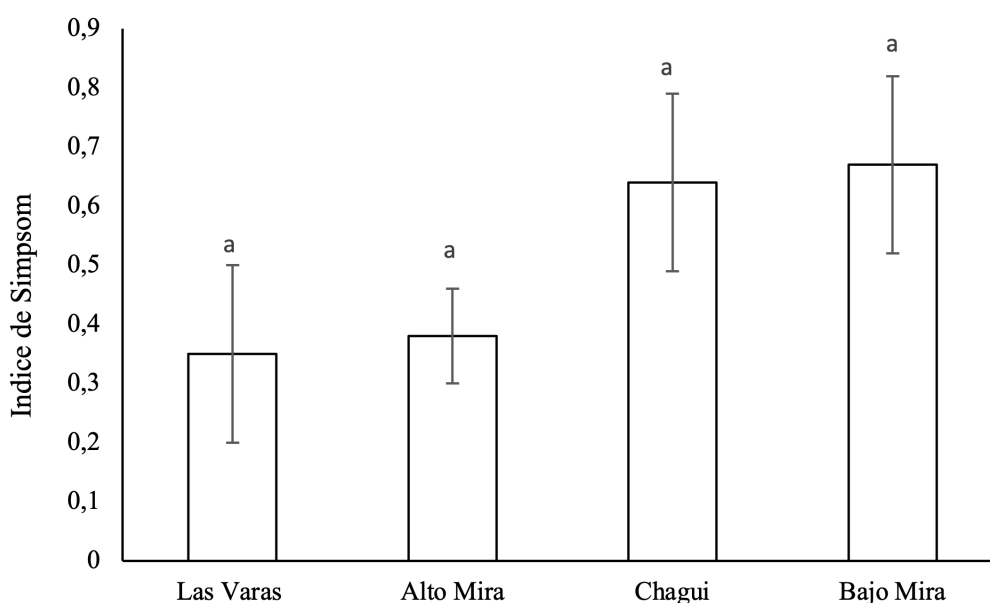


Figura 6. Índice de Simpson por consejo comunitario. **Fuente:** Esta investigación (2022).



Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que los consejos que presentaron un índice de diversidad mayor fueron Las Varas y Alto Mira. Lo anterior puede ser debido a que estos consejos han venido siendo estudiados por diferentes entidades, como la Universidad de Nariño y Agrosavia, que han establecido diversos sistemas agroforestales con especies maderables y frutales.

En este sentido, se puede establecer que hay una alta diversidad en estos agroecosistemas; lo cual se correlaciona con las características del bosque húmedo y muy húmedo tropical (Holdridge, 1982), al igual que con su ubicación en el Chocó biogeográfico: una de las zonas más biodiversas del planeta (Rangel, 2004; Gentry, 1993).

4. CONCLUSIONES

Las familias que más se destacan en los consejos comunitarios son *Rutaceae*, *Moraceae*, *Meliaceae*, *Annonaceae* y *Sapotaceae*, de las que sobresalen las especies arbóreas *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea* y *Cordia alliodora*, con la mayor cantidad de individuos dentro de los sistemas agroforestales tradicionales de cacao; empero, el consejo Rescate Las Varas fue el de mayor riqueza y densidad de especies. A nivel de área basal, frecuencia, dominancia y abundancia, las especies que más sobresalieron dentro de los sistemas agroforestales tradicio-

nales de cacao fueron *Cedrela odorata* y *Tabebuia rosea*.

Por otra parte, las especies encontradas de mayor importancia ecológica en la zona de estudio fueron *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Pouteria sapota* y *Tabebuia rosea*, lo que resalta el interés de los productores en mantener especies maderables y frutales dentro de sus fincas. Los consejos comunitarios no presentaron diferencias significativas entre sí; no obstante, el consejo Las Varas, presentó una mayor diversidad para los índices de Shannon y Simpson.

CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA

Primer autor: Investigación, análisis de datos, conceptualización, escritura, revisión y edición. **Segundo autor:** in-

vestigación, análisis de datos, escritura, revisión y edición. **Tercer autor:** investigación, análisis de datos y edición.



AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Departamento Nacional de Planeación, que a través del Sistema General de Regalías - SGR financió este proyecto. Del mismo modo a Agrosavia, quienes fueron los ejecutores del proyecto, a la Universi-

dad de Nariño, y a los agricultores de la Red de Consejos Comunitarios del Pacífico [Recompaz]. De la misma forma, agradecemos a la Gobernación de Nariño por su apoyo financiero.

LITERATURA CITADA

Agronet (2020). *Estadística agrícola, cacao, producción, rendimiento y participación*.

<http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>

Alcaldía municipal de Tumaco. (2008). *Plan de Ordenamiento Territorial Tumaco Nariño 2008 – 2019*. https://sanandresdetumaconarino.micolombiadigital.gov.co/sites/sanandresdetumaconarino/content/files/000022/1088_pot_2008_2019.pdf

Alvis, J. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Biotecnología en el sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(1), 115-122.

Bautista, M. (2019, 3 de julio). Cacao colombiano, entre los más finos del mundo. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/cacao-colombiano-esta-entre-los-mas-finos-del-mundo-383376>

Benítez, G., Pulido, M. T. y Equihua, M. (2004) *Árboles multiusos nativos*

de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones. Inecol.

Curtis, J. & McIntosh, R. (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology*, (32), 476-496.

Ebratt, D. (2022). Composición florística y estructura de las especies de sombrero en los sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la subregión de los Montes de María, Bolívar-Colombia. *Intropica*, 17(1). <https://doi.org/10.21676/23897864.4495>

Suatunce, J. P. y Espinoza, M. J. (2019). *Caracterización de los sistemas agroforestales tradicionales de la finca azucena en el recinto La Sucre del Cantón Quevedo* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio digital UTEQ

Federación Nacional de Cacaoteros [Fedecacao]. (2018). *El cacaocultor es lo primero*. <http://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-04-23-20-00-33/551-en-2017-co>



[lombia-alcanzo-nuevo-record-en-produccion-de-cacao](#)

- Federación nacional de cacaoteros [Fedecacao]. (2019). *Alianzas que fortalecen el campo colombiano: Colombia cacaotera*. https://issuu.com/yeison73/docs/colombia_cacaotera_no_49
- Gadow, K. V., Hiu, G. Y. & Albert, M. (1998). Das Umgebungsmaß als Parameter zur Nachbildung von Bestandesstrukturen. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 117(1), 258-266. <https://doi.org/10.1007/BF02832980>
- Gentry, A. (1993). Tropical Forest Biodiversity and the Potential for New Medicinal Plants. American Chemical Society. *Human Medicinal Agents from Plants*. ACS Publications.
- Holdridge, L. (1982). *Ecología Basada en Zonas de Vida*. San José, 1a. ed. Costa Rica: IICA.
- Jadán, O., Torres, B., Selesi, D., Peña, D., Rosales, C. y Günter, S. (2016). Diversidad florística y estructura en cacaotales tradicionales y bosque natural (Sumaco, Ecuador). *Colombia forestal*, 19(2), 129-142. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2016.2.a01>
- Magurran, A. (1998). *Ecological diversity and its measurement*. Springer Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7358-0>
- Ordoñez, C. y Rangel, J. (2020). Composición florística y aspectos de la estructura de la vegetación en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao* L.-Malvaceae) en el departamento del Huila, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(173), 1033-1046. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1183>
- Preciado, O., Ocampo, C. I. y Ballesteros, W. (2011). Caracterización del sistema tradicional de cacao (*Theobroma cacao* L.) en seis núcleos productivos del municipio de Tumaco, Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 28(2), 58 – 69. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5104096.pdf>
- Ramírez, J. A., Sigarroa, A. K. & Del Valle, R. A. (2014). Characterization of Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Farming Systems in the Norte de Santander Department and Assessment Their Sustainability. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 67(1), 7177–7187. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v67n1.42635>
- Ramírez-Meneses, A., García-López, E., Obrador-Olán, J. J., Ruiz-Rosado, O. y Camacho-Chiu, W. (2013). Diversidad florística en plantaciones agroforestales de cacao en Cárdenas, Tabasco, México. *Universidad y ciencia*, 29(3), 215-230. <https://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v29n3/v29n3a1.pdf>
- Rangel, J. O. y Velázquez, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. En J. O. Rangel. (Ed.). *Colombia diversidad biótica II: Tipos de vegetación en Colombia* (pp. 59-82). Universidad Nacional de Colombia
- Rangel, O. (2004). *Colombia, Diversidad Biótica IV. El Chocó Biogeográfico/Costa Pacífica*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.



- Rodríguez, J. E. (2006). El injerto en la producción de cacao orgánico. *Manejo integrado de plagas y agroecología*, (78), 101-105. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6411>
- Rojas, J., Ramos, P., Castro, M., Pesca, A., Vargas, Y. y Escobar, L. (2021). Estructura y composición florística de bosques asociados a especies de *Theobroma* en la Amazonía colombiana. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 12(68), 128-150. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i68.1078>
- Romero, H., Salgado, M. y Herrera, J. (2009). Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el Soconusco, Chiapas-México. *Acta Biológica Colombiana*, 14(3), 97-110.
- Salvador-Morales, P., Cámara-Cabrales, L., Martínez-Sánchez, J. L., Sánchez-Hernández, R. y Valdés-Velarde, E. (2019). Diversidad, estructura y carbono de la vegetación arbórea en sistemas agroforestales de cacao. *Madera y bosques*, 25(1), 1-14. <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2511638>
- Sánchez, F., Pérez, J., Obrador, J., Sol, Á. y Ruiz, O. (2016). Estructura arbórea del sistema agroforestal cacao en Cárdenas, Tabasco, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(14), 2695-2709.
- Vega, M. y Somarriba, E. (2005). Planificación agroforestal de fincas cacaoteras orgánicas del Alto Beni, Bolivia. *Agroforestería en las Américas*, 43-44, 25-26.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.



Licencia de Creative Commons

Revista de Investigación Agraria y Ambiental is licensed under a Creative Commons Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual 4.0 Internacional License.



