

Índices de biodiversidad florística en 15 fincas en el municipio de La Playa de Belén, Norte de Santander

Floristic biodiversity indices in three agroecological models in the municipality of La Playa of Belén, North of Santander

DOI: <http://doi.org/10.17981/ingecuc.19.1.2023.09>

Artículo de Investigación Científica. Fecha de Recepción: 11/06/2021. Fecha de Aceptación: 26/11/2021.

Dixon Fabián Flórez Delgado

Universidad de Pamplona (Colombia)
dixon.florez@unipamplona.edu.co

Alfonso Eugenio Capacho Mogollón

Universidad de Pamplona (Colombia)
aecapacho@unipamplona.edu.co

Leónides Castellanos González

Universidad de Pamplona (Colombia)
leonides.castellanos@unipamplona.edu.co

Para citar este artículo

D. Flórez Delgado, A. Capacho Mogollón & L. Castellanos González, “Índices de biodiversidad florística en 15 fincas en el municipio de La Playa de Belén, Norte de Santander”, *INGE CUC*, vol. 18, no. 2, pp. 103–116, 2023. DOI: <http://doi.org/10.17981/ingecuc.19.1.2023.09>

Resumen

Introducción— La biodiversidad florística es parte de la riqueza biológica de un área geográfica y su conocimiento es vital para el manejo de la vegetación en las fincas.

Objetivo: Evaluar los índices de biodiversidad florística de 15 predios ubicados en el municipio de La Playa de Belén, Norte de Santander a través de las siguientes variables: riqueza, diversidad, abundancia y diversidad.

Metodología— El presente estudio se desarrolló en 15 fincas del municipio de La Playa de Belén en el departamento de Norte de Santander (Colombia) en donde se establecieron tres modelos agroecológicos y se valoraron los índices de biodiversidad florística de abundancia, equidad, riqueza, diversidad y dominancia.

Resultados— Se encontraron 54 especies pertenecientes a 42 géneros y 32 familias botánicas, donde sobresale *Faboceae* y *Melastomataceae*. Los índices de biodiversidad global del municipio fueron: Abundancia 523, Riqueza Específica 22, Diversidad de Especies de Margalef 3.35, Equidad de Shannon - Wiener 3.47, y Dominancia de Simpson 0.040.

Conclusiones— Las áreas estudiadas presentan 54 especies que se distribuyen en 22 familias, las cuales se dividen en matorrales, arbustos y árboles, presentes en el bosque seco pre montano, que a través de los años ha sido fraccionado y limitadas a pequeñas arboledas, en donde predominan los especies leñosas de baja y mediana altura, además de especies introducidas por los agricultores para su beneficio; los arbustos se limitan a una pequeña cantidad de las especies encontradas, pero llegan a ocupar grandes predios gracias a la facilidad de su dispersión.

Palabras clave— Abundancia; composición florística; diversidad; dominancia; equidad; riqueza

Abstract

Introduction— Floristic biodiversity is part of the biological wealth of a geographic area.

Objective— Evaluate the floristic biodiversity indices of 15 properties located in the municipality of La Playa de Belén, Norte de Santander through the following variables: richness, diversity, abundance and diversity.

Methodology— The present study was developed in 15 farms in the municipality of La Playa de Belén in the Norte de Santander department (Colombia), where three agroecological models were established and the floristic biodiversity indices of abundance, equity, richness, diversity and dominance were assessed.

Results— 54 species belonging to 42 genera and 32 botanical families were found, where the *Faboceae* and *Melastomataceae* stand out. The global biodiversity indices of the municipality were: Abundance 523, Shannon - Wiener equity 3.47, Specific Wealth 22, Margalef Species Diversity 3.35 and Simpson Dominance 0.040.

Conclusions— The studied areas present 54 species that are distributed in 22 families, which are divided into thickets, shrubs and trees, present in the pre-montane dry forest, which over the years has been divided and limited to small groves, where they predominate low and medium height woody species, as well as species introduced by farmers for their benefit; the bushes are limited to a small number of the species found, but they come to occupy large areas thanks to the ease of their dispersal.

Keywords— Abundance; floristic composition; diversity; dominance; equity; wealth

I. INTRODUCCIÓN

El principal reto en la actualidad es aumentar la productividad de los sistemas de producción agropecuarios en busca de suplir la creciente demanda de alimentos por la creciente población humana. Los actuales modelos de producción han ocasionado alteraciones en los ecosistemas naturales que han llevado a modificaciones de los hábitats, de su función y composición [1]. Las intervenciones humanas modifican las dinámicas de la biodiversidad de las regiones debido al aislamiento de algunas especies, pérdida de la conectividad y creación de fronteras [2]. Estos factores afectan drásticamente la composición y abundancia de las especies presentes en el ecosistema aumentando la vulnerabilidad del mismo [3].

La intensificación en los sistemas de producción ha sido una de las propuestas de incremento de la productividad de alimentos permitiendo integrar el uso racional de los ecosistemas y la conservación de la biodiversidad [4], aspecto clave en la resiliencia no solo de los sistemas de producción sino de los ecosistemas en general [5].

En este sentido, la biodiversidad florística juega un papel importante en la funcionalidad de los ecosistemas y es considerada como un atributo para caracterizar comunidades vegetales [6]. La diversidad de especies se define como el número de especies por unidad de área en donde se destacan dos factores principales la riqueza (número de especies) y la equitatividad (número de individuos de una sola especie). Las evaluaciones biológicas se basan en índices de diversidad que corresponden a riqueza de especies y a distribución de los individuos entre las especies. Estas evaluaciones se llevan a cabo mediante índices, siendo los más importantes el de Shannon-Wiener, el de Simpson y Margalef [7]. El índice de Margalef permite estimar la biodiversidad de una comunidad de acuerdo a la distribución en cuanto a cantidad de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, esenciales para medir el número de especies en una unidad de muestra [8]. El índice de dominancia Simpson es un parámetro que permite medir la riqueza de organismos [9]. El índice de Shannon se basa en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) [10].

El objetivo de esta investigación fue evaluar los índices de biodiversidad florística de 15 predios ubicados en el municipio de La Playa de Belén, Norte de Santander (Colombia) a través de las siguientes variables: riqueza, diversidad, abundancia y diversidad.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló en 15 predios del municipio de La Playa de Belén en Norte de Santander (Colombia). En cada uno de los predios se establecieron tres modelos agroecológicos (Tabla 1).

TABLA 1.
MODELOS AGROECOLÓGICOS IMPLEMENTADOS.

Municipio	Modelos agroecológicos
La Playa de Belén	1. -Roble-Aguacate-Frijol.
	2. -Roble-Aguacate-Maíz (R-A-M).
	3. -Roble-Brevo-Maíz (R-B-M).

Fuente. Autores.

Para la selección de la población se tomó como base la información recolectada en el Censo Agropecuario. Con base en esta información se calculó el número de beneficiarios que participarán en el proyecto [6]:

- *Margen de error:* 10%.
- *Nivel de confianza:* 95%.
- *Población:* 15 familias.
- *Tamaño de la muestra:* 15 familias.

Muestra Poblacional: 15 familias (se asumió 4 personas por familia, aproximadamente 60 personas en total)

Cobertura: Municipio de La Playa de Belén en las veredas: Aratoque, Carrizal, Corral Viejo, Curasica, El Tunal, Fátima, Las Guamas, Los Curitos, Maciegas y Rosa Blanca (Tabla 2).

Área total de Intervención: 30 ha (2 ha por familia), correspondientes a minifundios.

TABLA 2.
PREDIOS SELECCIONADOS.

Nombre del predio	Longitud	Latitud	Altitud (msnm)
Carrizal	W73° 15,060'	N8° 10,755'	1.374
Llano Seco	W73° 12,482'	N8° 16,353'	1.483
San Agustín	W73° 13,196'	N8° 12,146'	1.573
San Roque	W73° 11,827'	N8° 13,118'	1.616
Los Pumarrosos	W73° 11,294'	N8° 13,692'	1.552
El Placer	W73° 14,683'	N8° 15,179'	1.602
El Limón	W73° 13,574'	N8° 15,360'	1.443
El Rincón	W73° 11,234'	N8° 13,530'	1.591
El Filo	W73° 15,191'	N8° 10,403'	1.358
El Porvenir	W73° 14,486'	N8° 12,166'	1.434
Mogotes	W73° 14,065'	N8° 13,148'	1.452
La María	W73° 11,591'	N8° 13,288'	1.642
Llano del Hato	W73° 13,652'	N8° 14,188'	1.555
La Vaquera	W73° 14,859'	N8° 11,060'	1.390
Carrizalito	W73° 14,095'	N8° 12,595'	1.448

Fuente. Autores.

Teniendo en cuenta el impacto que tienen las especies forestales dentro de un ecosistema, se realizó un levantamiento de estas especies, para determinar su potencial, interacción en el entorno, aprovechamiento y aporte al ecosistema de cada zona de estudio. Para ello, se realizó un muestreo dentro de los predios de manera visual y objetiva teniendo en cuenta lo siguiente:

- Variedad de especie forestal presente.
- Área de cobertura forestal.
- Cantidad de especies forestales presentes.
- Sanidad y vitalidad de las especies forestales.
- Funciones productivas de las especies forestales en el sistema productivo.
- Estado de plantaciones forestales.
- Contribución de la especie forestal al ecosistema.
- Beneficios sociales, económicos y culturales de las especies forestales.

Seguidamente, con los datos de abundancia y riqueza se calcularon algunos de los índices de biodiversidad de las especies arbóreas ampliamente utilizados en estudios de diversidad y composición florística [11]:

- *Índice de Riqueza específica:* S .
- *Índice de diversidad de especies de Margalef:* $DMg = (S-1)/Ln(N)$.
- *Índice de equidad de abundancia:* (Shannon-Wiener) $H' = -\sum(\pi_i) Ln(\pi_i)$.
- *Índice de dominancia de Simpson (D)* $= \sum \pi_i^2$.

Siendo:

- N = Número total de individuos de todas las especies.
 S = Número de especies identificadas.
 pi = Proporción de la abundancia de una especie i , en relación al total de individuos de todas las especies.

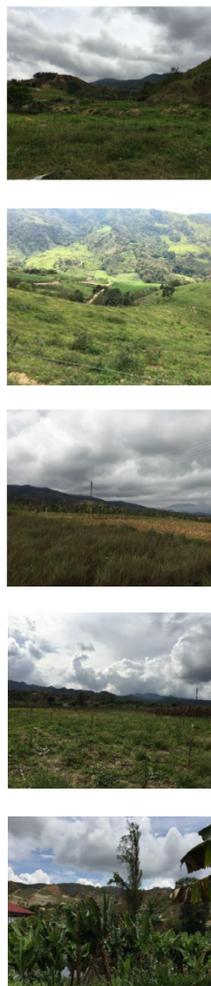
III. RESULTADOS Y ANÁLISIS

El municipio de La Playa de Belén se ubica en la cordillera Oriental (Colombia), extendiéndose en un ecosistema de bosque seco subandino y al igual que en la mayor parte de la región norte santandereana, las actividades agrícolas y ganaderas han ido realizando modificaciones a las condiciones del terreno, generando presiones antrópicas, que resultan de las adaptaciones que se realizan en los terrenos para su aprovechamiento, por ende, la disminución en los bosque nativos aumenta cada día, disminuyendo las coberturas vegetales a pequeños parches, rodeados de especies que los pobladores han introducido, para obtener algún beneficio de ellos. Los terrenos ubicados en los bosques subandinos, evidencian esta presión demográfica, en la cual se observa zonas destinadas a la ganadería, siembra de cultivos y parches de arboladas, estos últimos en su mayoría situados en los linderos de las fincas y zonas cercanas a cañadas. La disposición de estas zonas para su aprovechamiento, exige la remoción de la vegetación natural y aumenta la proliferación de especies arbustivas y matorrales, como uvito negro (*Lantana cámara* L.), cojon (*Miconia cf. rufescens* (Aubl.) DC.), santa maría (*Clibadium surinamense* L.), dormidera (*Mimosa púdica* L.) y pajarito (*Baccharis* sp.), al igual que el aumento de especies introducidas como mango (*Mangifera indica* L.), naranjo (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), limón (*Citrus × limon* Burm. f.), pumarroso (*Syzygium jambos* (L.) Alston) y aguacate (*Persea americana* Mill), entre otros (Tabla 3).

TABLA 3.

DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS FORESTALES POR MODELO AGROECOLÓGICO IMPLEMENTADO EN EL MUNICIPIO DE LA PLAYA DE BELÉN.

Modelo Agroecológico previsto	Descripción	Ilustraciones
Modelo 1. Roble – Aguacate – Fríjol	<p>Debido a que el terreno ha sido usado por varios años en agricultura y ganadería, las especies arbóreas se han reducido a los límites del área de influencia del proyecto, contando con muy poco individuos, de los cuales barbatusco (<i>Erythrina cf. fusca</i> Lour) y cedro rojo (<i>Cedrela cf. odorata</i> L.), cuentan con las mayores alturas, con valores que superan los 15 m, representando 37.5 % de la abundancia.</p> <p>Los árboles frutales, también representaron gran parte de las especies halladas, siendo el guayabo (<i>Psidium guajava</i> L.) una de las más importantes.</p> <p>Se presentó alta presencia de helecho marranero (<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn), que se extiende debido a la facilidad con la que se dispersa las esporas ligeras con los vientos, incluso entre continentes, el helecho prospera en sitios perturbados y en diversos climas y tipos de suelo.</p> <p>Se encontró una especie introducida por los agricultores de manera moderada, la <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck, representando un porcentaje muy bajo de la abundancia.</p>	

Modelo Agroecológico previsto	Descripción	Ilustraciones
<p>Modelo 2. Roble – Aguacate – Maíz</p>	<p>Los predios previstos para este modelo agroecológico, presentaron ondulaciones suaves con presencia de vegetación arbórea en los linderos, siendo las especies <i>Mangifera indica</i> L., <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck y <i>Erybothira japónica</i> Lindl las más representativas. Los árboles registrados cuco (<i>Persea caerulea</i> (Ruiz & Pav.) Mez), guayabo arrayan (<i>Calycolpus moritzianus</i> (O. Berg) Burret) y aguacate (<i>Persea americana</i> Mill), presentan alturas que no alcanzan a superar los 10 metros; estas especies son usadas para leña, cercado y alimentación, respectivamente. Se encontró alta presencia de helecho marranero (<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn), especialmente en las partes altas. Los árboles que cuentan con el mayor registro referente a la altura son, guamo de piedra (<i>Inga cf. velutina</i> Willd.), guarumo (<i>Cecropia</i> sp.) y negrito (<i>Pseudopiptocarpha cf. garcia-barrigae</i>), cuyas alturas se encuentran en el rango de 10 a 20 metros. Área aprovechada agrícolamente por largo tiempo, en donde se ha sembrado frijol, tomate y pepino, despojando la superficie de especies árboles, para la implementación de los cultivos, beneficiado el aumento de los matorrales y pastos, especies que predominan el terreno actualmente, de las cuales <i>Lantana cámara</i> L., <i>Mimosa púdica</i> L., y <i>Croton ferrugineus</i> Kunth.</p>	
<p>Modelo 3. Roble – Brevo – Maíz</p>	<p>Estos predios, se han usado para labores agrícolas principalmente, presentando en la actualidad matas de plátano y yuca, además de especies introducidas como <i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck, <i>Mangifera indica</i> L., y <i>Carica papaya</i> L. Los pastos principalmente <i>Brachiaria decumbens</i> Stapf y <i>Panicum maximum</i> Jacq., cubren gran parte del área, acompañados de algunos individuos arbóreos que se distribuyen en pequeñas arboledas en los bordes del terreno, de los cuales predominan las especies, <i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult (mantequillo blanco), <i>Clusia cf. inesiana</i> Cuatrec. (rampacho blanco) y <i>Calycolpus moritzianus</i> (O. Berg) Burret (guayabo arrayan) Los árboles solo se encontraron en los límites del terreno, esto debido a los procesos agrícolas que se han llevado a cada en el área, donde se ha sembrado cebolla, tomate, frijol, entre otros, que han facilitado el esparcimiento de especies menores, como los pastos y arbustos. La planta de higuera es una especie introducida y se caracteriza por su rusticidad y adaptabilidad a diversas condiciones topográficas y climatológicas, crece comúnmente en regiones áridas, con suelos arenosos y es conocida por la población rural como una maleza sin significancia económica.</p>	

Fuente. Autores.

A. Composición Florística

De manera relevante se encontraron 54 especies pertenecientes a 42 géneros y 32 familias botánicas, donde sobresalen la *Faboceae* y la *Melastomataceae*, mientras que las demás familias contaron con menor riqueza, aunque no por ello menos importantes dentro de la estructura de la comunidad forestal del municipio (Tabla 4).

TABLA 4.

RIQUEZA FLORÍSTICA DE ESPECIES FORESTALES EN 15 PREDIOS DEL MUNICIPIO DE LA PLAYA DE BELÉN.

Lista de especies	Género	Familia	Nombre común
54	42	32	
<i>Acacia angustissima</i> Kuntze.	<i>Acacia</i>	<i>Fabaceae</i>	Talallito
<i>Albizia</i> sp.	<i>Albizia</i>	<i>Fabaceae</i>	Albizia
<i>Annona muricata</i> L.	<i>Annona</i>	<i>Annonaceae</i>	Guanábano
<i>Baccharis pedunculata</i> Cabrera.	<i>Baccharis</i>	<i>Asteraceae</i>	Romerillo
<i>Baccharis trinervis</i> Pers.	<i>Baccharis</i>	<i>Asteraceae</i>	Pajarito
<i>Boehmeria caudata</i> Sw.	<i>Boehmeria</i>	<i>Urticaceae</i>	Pringamoza
<i>Calliandra</i> sp.	<i>Calliandra</i>	<i>Fabaceae</i>	Clavellino
<i>Calycolpus moritzianus</i> (O. Berg) Burret	<i>Calycolpus</i>	<i>Myrtaceae</i>	Guayabo arrayán
<i>Carica papaya</i> L.	<i>Carica</i>	<i>Caricaceae</i>	Papayo
<i>Cecropia</i> sp.	<i>Cecropia</i>	<i>Urticaceae</i>	Guarumo
<i>Cedrela cf. Odorata</i> L.	<i>Cedrela</i>	<i>Meliáceas</i>	Cedro rojo
<i>Citrus limon</i> (L.) Burm. f.	<i>Citrus</i>	<i>Rutaceae</i>	Límón
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	<i>Citrus</i>	<i>Rutaceae</i>	Naranja
<i>Clibadium surinamense</i> L.	<i>Clibadium</i>	<i>Asteraceae</i>	Santa María
<i>Clusia inesiana</i> Cuatrec.	<i>Clusia</i>	<i>Clusiaceae</i>	Rampacho blanco
<i>Clusia schomburgkiana</i> (Planch. & Triana) Benth. Ex	<i>Clusia</i>	<i>Clusiaceae</i>	Rampacho de río
<i>Conyza</i> sp.	<i>Conyza</i>	<i>Asteraceae</i>	Benadita
<i>Crotalaria incana</i> L.	<i>Crotalaria</i>	<i>Fabaceae</i>	Maraquita
<i>Croton ferrugineus</i> Kunth	<i>Croton</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Mosquera
<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl	<i>Eryobothria</i>	<i>Rosaceae</i>	Ciruelo
<i>Erythrina fusca</i> Lour.	<i>Erythrina</i>	<i>Fabaceae</i>	Barbatusco
<i>Ficus americano</i> Aubl.	<i>Ficus</i>	<i>Moraceae</i>	Uvito
<i>Ficus macbridei</i> Standl.	<i>Ficus</i>	<i>Moraceae</i>	Cerote
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	<i>Heliocarpus</i>	<i>Malvaceae</i>	Mojaguillo
<i>Inga velutina</i> Willd.	<i>Inga</i>	<i>Fabaceae</i>	Balso
<i>Inga sapindoides</i> Willd.	<i>Inga</i>	<i>Fabaceae</i>	Guamo
<i>Inga psittacorum</i> L. Uribe	<i>Inga</i>	<i>Fabaceae</i>	Guamo
<i>Jacaranda caucana</i> Pittier	<i>Jacaranda</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Gualanday
<i>Lantana cámara</i> L.	<i>Lantana</i>	<i>Verbenaceae</i>	Uvito negro
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	<i>Leucaena</i>	<i>Fabaceae</i>	Leucaena, guaje
<i>Mangifera indica</i> L.	<i>Mangifera</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Mango
<i>Mauria heterophylla</i> Kunth	<i>Mauria</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Sarno
<i>Miconia acuminata</i> (Steud.)	<i>Miconia</i>	<i>Melastomataceae</i>	Cojonsito
<i>Miconia rufescens</i> (Aubl.) DC.	<i>Miconia</i>	<i>Melastomataceae</i>	Cojón
<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	<i>Miconia</i>	<i>Melastomataceae</i>	Paralejo
<i>Miconia rufula</i> Lafresnaye	<i>Miconia</i>	<i>Melastomataceae</i>	Peraleja
<i>Mimosa púdica</i> L.	<i>Mimosa</i>	<i>Fabaceae</i>	Dormilona

Lista de especies	Género	Familia	Nombre común
54	42	32	
<i>Myrsine cf. Pellucida</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	<i>Myrsine</i>	<i>Myrsinaceae</i>	Mantequilla
<i>Myrsine coriácea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	<i>Myrsine</i>	<i>Primulaceae</i>	Mantequilla blanco
<i>Oreopanax pallidum</i> Cuatrec.	<i>Oreopanax</i>	<i>Araliaceae</i>	Guitarro
<i>Palicourea rigida</i> Kunth	<i>Palicourea</i>	<i>Rubiaceae</i>	Chaparro bobo
<i>Persea americana</i> Mill.	<i>Persea</i>	<i>Lauraceae</i>	Aguacate
<i>Persea caerulea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	<i>Persea</i>	<i>Lauraceae</i>	Cuco
<i>Piper aduncum</i> L.	<i>Piper</i>	<i>Piperaceae</i>	Cordonsillo
<i>Pseudopiptocarpha cf. garcia-barrigae</i>	<i>Pseudopiptocarpha</i>	<i>Asteráceas</i>	Negrilo
<i>Psidium guajava</i> L.	<i>Psidium</i>	<i>Myrtaceae</i>	Guayabo
<i>Psidium</i> sp.	<i>Psidium</i>	<i>Myrtaceae</i>	Guayabo agrio
<i>Ricinus communis</i> L.	<i>Ricinus</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	Tártago, higuera
<i>Senna</i> sp.	<i>Senna</i>	<i>Fabaceae</i>	Frijolito
<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	<i>Syzygium</i>	<i>Myrtaceae</i>	Pumarrosa
<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav.	<i>Tessaria</i>	<i>Asteraceae</i>	Aliso
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	<i>Trema</i>	<i>Cannabaceae</i>	Guásimo
<i>Viburnum pichinchense</i> Benth.	<i>Viburnum</i>	<i>Caprifoliaceae</i>	Guarroncho
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	<i>Vismia</i>	<i>Hypericaceae</i>	Papamo

Fuente. Autores.

En cuanto a riqueza florística, se consideró que el número de especies, géneros y familias es bajo si se compara con estudios realizados en otros bosques premontanos, donde pueden encontrarse hasta 57 familias, 102 géneros y 150 especies al incluir solo individuos con DAP > 2.5 cm, en áreas de muestreo de 0.1 ha. Además, se reporta que, dentro de los ecosistemas andinos, la franja altitudinal correspondiente a los llamados bosques premontanos presenta algunos de los niveles más altos de concentración de especies por unidad de área, debido a la confluencia de elementos tropicales y montanos [12]. Además, los estudios de bosques tropicales montanos y premontanos han enfatizado que son áreas mundialmente importantes por la riqueza de especies y endemismos.

Si se comparan las familias con mayor número de especies entre este y otros estudios [13], únicamente *Fabaceae* (*Leguminosae*) está dentro de las más representadas, aunque con un número más bajo de especies en el caso del presente trabajo. En consecuencia, esto indica que el área ha sufrido fuertes cambios en el uso del suelo tanto para el establecimiento de unidades agropecuarias como para el aprovechamiento del recurso forestal, con la consecuente pérdida de riqueza y diversidad. En el área se observó un patrón regular y característico de los paisajes rurales agropecuarios, donde predominan los potreros con árboles dispersos o agrupados según la necesidad, importancia y usos que les dan localmente. Es de resaltar que en algunos casos también se apreciaron áreas de reposo, debido a que han sido colonizadas por el helecho marranero (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn), una especie de fases tempranas de sucesión.

Respecto a la abundancia, se identificaron 523 individuos en total, con un valor medio de 34.8 árboles por predio, aunque con amplias diferencias entre valores máximos y mínimos lo que generó alta dispersión (*desviación estándar* = 15.37) y un coeficiente de variación del 44.08 %. Es de resaltar que se encontró un predio con 52 individuos (predio San Agustín) mientras que otro estuvo representado únicamente por 8 ejemplares (predio Carrizal) (Fig. 1).

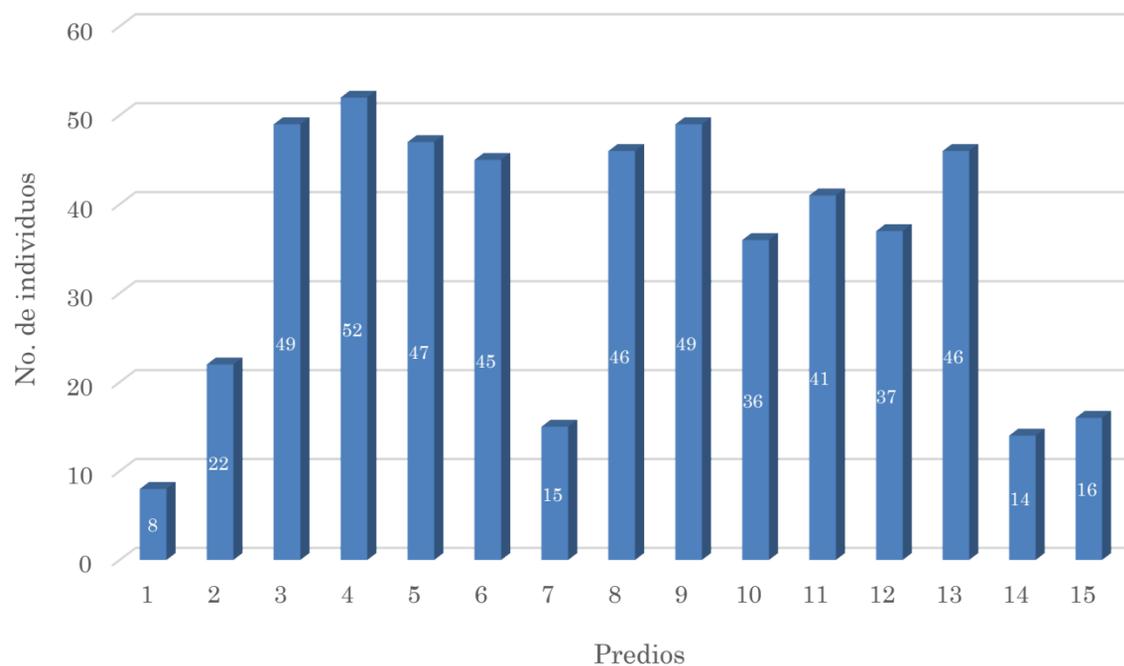


Fig. 1. Distribución de la abundancia en los 15 predios del municipio de La Playa de Belén.
 1: Predio Carrizal, 2: Predio El Porvenir, 3: Predio Los Pumarrosos, 4: Predio San Agustín,
 5: Predio San Roque, 6: Predio El Placer, 7: Predio El Limón, 8: Predio El Filo, 9: Predio Llano Seco,
 10: Predio El Rincón, 11: Predio La María, 12: Predio La Vaquera, 13: Predio Llano del Hato,
 14: Predio Carrizalito, 15: Predio Mogotes.
 Fuente. Autores.

En adición a lo anterior, se encontró que la especie más abundante fue *Lantana camara* (uvito negro) con 47 individuos (8.98 %), seguida de *Calycolpus moritzianus* (O. Berg) Burret (Guayabo arrayán) con $n = 34$ (6.5 %) y *Baccharis trinervis* Pers (pajarito) con $n = 32$ (6.11 %) (Fig. 2).

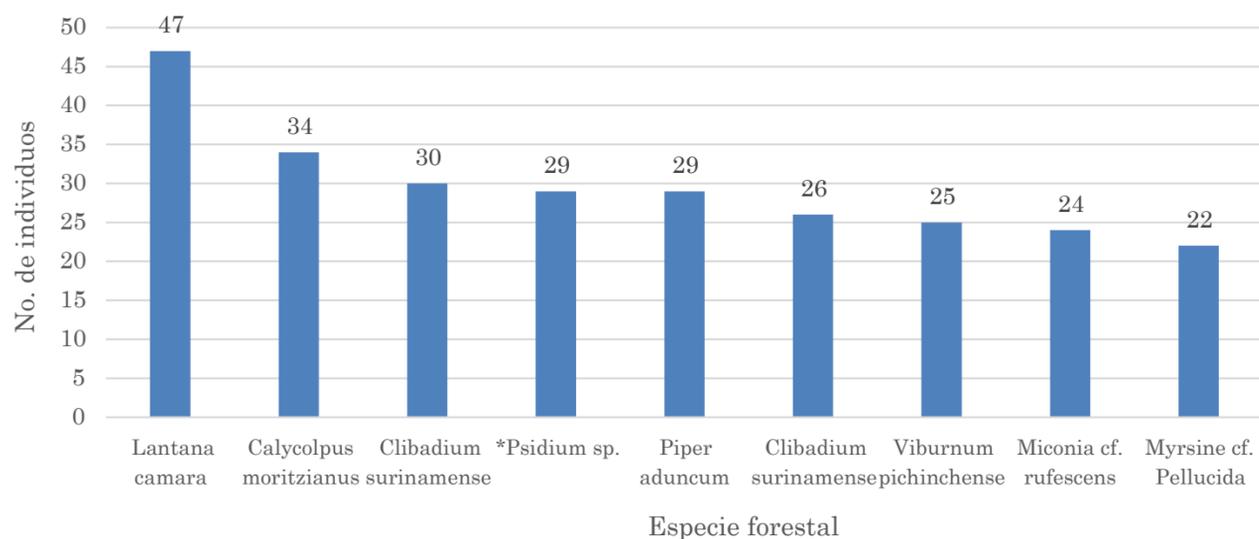


Fig. 2. Especies Forestales más abundantes en 15 predios del Municipio de La Playa de Belén.
 Fuente. Autores.

En el presente estudio, *Vismia baccifera* (L.) Triana & Planch es la más ampliamente distribuida, registrándose en 8 de los 15 predios evaluados, mientras que *Calycolpus moritzianus* (O. Berg) Burret, *Psidium* sp. *Myrsine* cf. *Pellucida* (Ruiz & Pav.) Spreng., *Lantana cámara* L., *H. americanus* L., y *C. reticulata* sólo se identificaron en 6 predios. Las demás especies presentaron un rango menos amplio de distribución (Fig. 3).

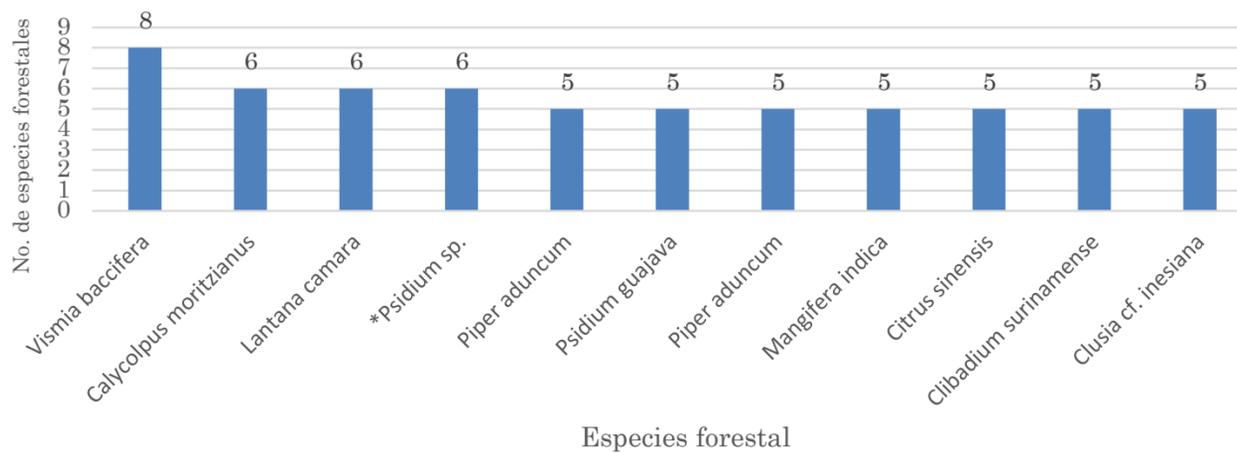


Fig. 3. Distribución de las especies más abundantes en 15 predios del Municipio de La Playa de Belén. Fuente. Autores.

B. Riqueza y Diversidad

La riqueza específica máxima por finca (S) fue de 13 especies, con diferencias entre predios en la contribución o proporción relativa a este índice. Con un valor medio de 8.86 y desviación estándar de 2.94, el número máximo de especies en un predio fue de 13 mientras que se registró un valor mínimo de 4 (Fig. 4).

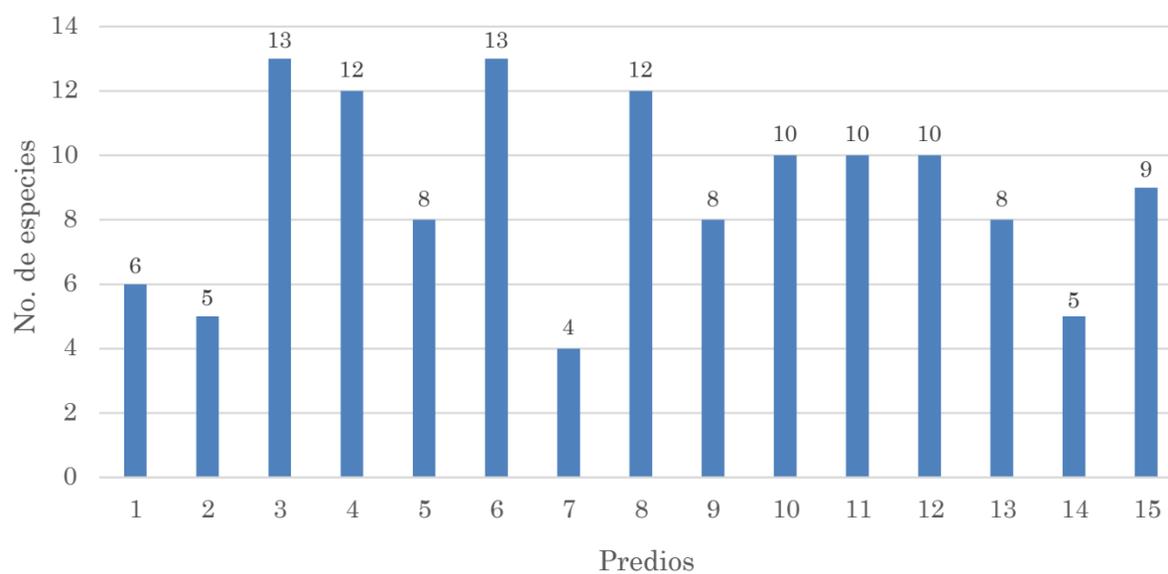


Fig. 4. Riqueza Específica en 15 predios del municipio de La Playa de Belén. 1: Predio Carrizal, 2: Predio El Porvenir, 3: Predio Los Pumarrosos, 4: Predio San Agustín, 5: Predio San Roque, 6: Predio El Placer, 7: Predio El Limón, 8: Predio El Filo, 9: Predio Llano Seco, 10: Predio El Rincón, 11: Predio La María, 12: Predio La Vaquera, 13: Predio Llano del Hato, 14: Predio Carrizalito, 15: Predio Mogotes. Fuente. Autores

Se encontraron predios con menor y riqueza, lo que podría significar menor dominancia, más equidad y mayor diversidad. Por ende, los anteriores hallazgos motivaron un análisis adicional a los índices de diversidad tanto en el municipio en su conjunto como dentro de cada predio.

Al analizar el municipio como unidad global, el índice de equidad de Shannon-Wiener fue 3.47, el de diversidad de Margalef 3.35 y el de dominancia de Simpson obtuvo un valor de 0.040, lo cual indica que las comunidades forestales evaluadas presentaron diversidad moderada y dominancia baja de acuerdo a lo establecido por investigadores del Itesalto (México) [14],

quienes proponen que el índice de Shannon-Wiener normalmente varía de 1 a 5, e interpreta a valores menores de 2 como diversidad baja, de 2 a 3.5 media y superiores a 3.5 como diversidad alta, en tanto que un valor < 0.17 en el índice de Simpson es considerado propio de comunidades con baja dominancia y alta diversidad [15] (Tabla 5).

TABLA 5.
ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD GLOBAL, MUNICIPIO DE LA PLAYA.

Abundancia (N)	523
Equidad de Shannon-Wiener (H').	3.47
Riqueza Específica (S).	22
Diversidad de Especies de Margalef (D_{Mg}).	3.35
Dominancia (Simpson).	0.040

Fuente. Autores.

En adición a lo establecido, se analizó la distribución de los datos de abundancia, riqueza y biodiversidad, mediante estadística descriptiva en el programa Minitab (v. 18) [20] donde se encontró que la variable abundancia presentó el mayor coeficiente de asimetría positiva ($As = 1.07$) con mayor concentración de datos hacia el límite inferior de la distribución, lo cual indica que una proporción considerable de los predios del municipio de La Playa presentó pocos individuos, en tanto que en la cola derecha de la distribución se ubican los predios que obtuvieron alta abundancia. Lo anterior se refuerza con el hecho que 9 predios (60%) presentaron abundancia menor al promedio.

Sin embargo, en el análisis de cada finca se encontró que el predio El Limón obtuvo el mayor valor de dominancia y menores valores de equidad de Shannon y diversidad de Margalef, lo cual es reflejado por su baja riqueza y abundancia ($S = 2$; $n = 10$). A su vez, el predio El Placer obtuvo el mayor índice de diversidad de especies de Margalef, con el máximo valor de riqueza ($S = 13$) y un número de individuos ($n = 49$) superior al valor medio de abundancia. Por su parte, el predio Los Pumarrosos presentó mayor índice de equidad de Shannon (H') (Tabla 6).

TABLA 6.
ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD Y ESTRUCTURA DE COMUNIDAD PARA 15 PREDIOS DEL MUNICIPIO DE LA PLAYA DE BELÉN.

Predios	Abundancia	Riqueza Específica (S)	Diversidad Margalef (DMg)	Equidad (Shannon-Wiener)	Dominancia (Simpson)
1	8	6	2.40	1.73	0.18
2	22	5	1.29	1.19	0.22
3	49	13	3.08	2.38	0.10
4	52	12	2.78	2.07	0.14
5	47	8	1.81	1.61	0.16
6	45	13	3.15	2.04	0.13
7	15	4	1.1	0.72	0.65
8	46	12	2.87	2.20	0.10
9	49	8	1.79	1.78	0.19
10	36	10	2.51	1.77	0.15
11	41	10	2.42	1.87	0.14
12	37	10	2.49	2.05	0.14
13	46	8	1.82	1.82	0.16
14	14	5	1.5	1.47	0.25
15	16	9	2.88	1.78	0.13
Promedio	34.86	8.86	2.26	1.76	0.19
DE.	15.37	2.94	0.66	0.41	0.13

Fuente. Autores.

Merece resaltarse además que se tomó cada predio como unidad de análisis, los valores de los índices de Shannon y Margalef disminuyen mientras que la dominancia de Simpson se incrementó, lo cual finalmente indica que la diversidad dentro de cada predio es menor a la encontrada en el municipio en su conjunto. Lo anterior está en concordancia con lo expresado por estudios de BIOECO (Cuba) [16], quienes establecieron que los índices de Shannon y Simpson son más sensibles a la presencia de especies raras (con un solo individuo) o especies muy abundantes.

En el diagrama conglomerados para los 15 predios del municipio de La Playa, se puede evidenciar que el predio El Porvenir (2), no tienen similitud con los demás predios del municipio, contando con una abundancia de 22 individuos, riqueza de 15, diversidad de 1.29, equidad de 1.19 y dominancia de 0.22 (Fig. 5).

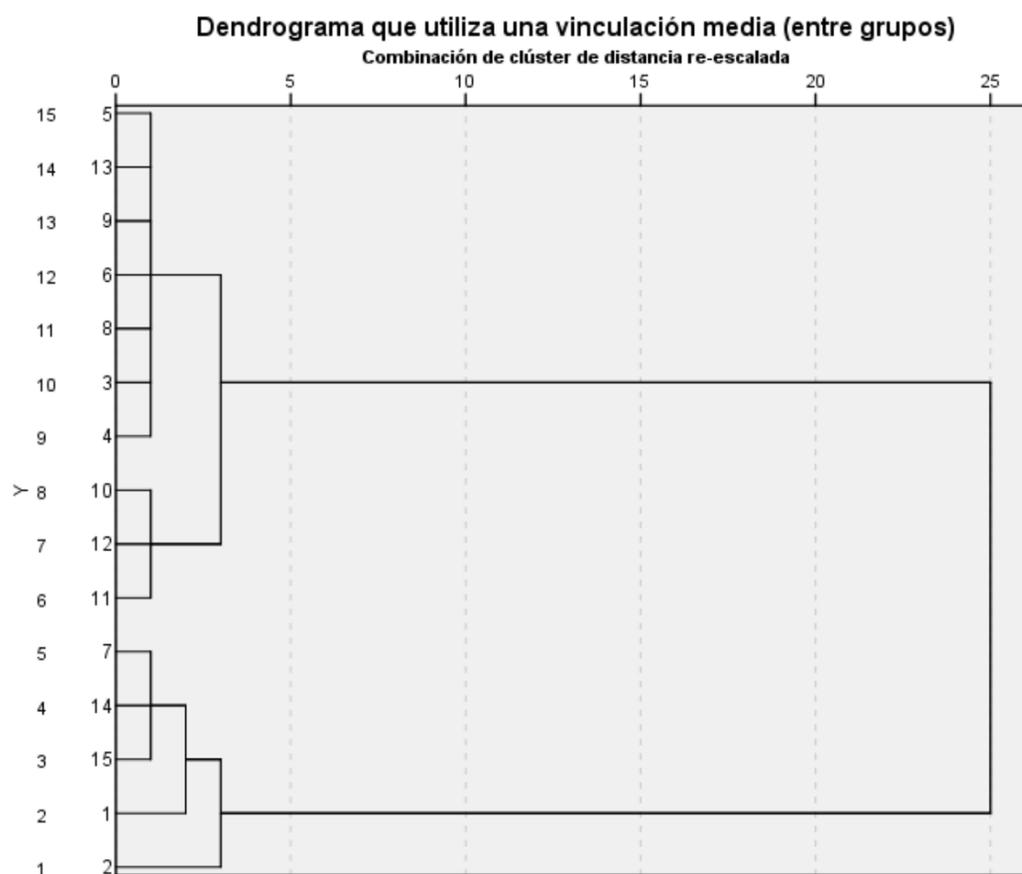


Fig. 5. Diagrama de conglomerados para inventario forestal municipio de La Playa de Belén.
 1: Predio Carrizal, 2: Predio El Porvenir, 3: Predio Los Pumarrosos, 4: Predio San Agustín, 5: Predio San Roque,
 6: Predio El Placer, 7: Predio El Limón, 8: Predio El Filo, 9: Predio Llano Seco, 10: Predio El Rincón, 11: Predio La María,
 12: Predio La Vaquera, 13: Predio Llano del Hato, 14: Predio Carrizalito, 15: Predio Mogotes.
 Fuente. Autores.

El municipio de La Playa de Belén, se extiende en un ecosistema de bosque seco premontano, que ha sido fuertemente modificado por los habitantes de la región, lo cual ha llevado a la transformación de las características de este tipo de bosque y a la reducción de su vegetación nativa a pequeñas arboledas, lo que podría acarrear diferentes problemas a largo plazo, como los presentados en Cantón de Mora, Costa Rica, en donde debido a la deforestación; la fertilidad de los suelos y el caudal de los afluentes hídricos en época de verano han disminuido [17], consecuencias que se evidenciaron en las zonas del proyecto.

El paisaje general de esta región, está compuesto de laderas con alto grado de transformación, donde predomina el tipo de vegetación arbustal, asociada a árboles aislados o conjuntos de elementos de bajo porte, destacándose los subarbustos de menos de 2 m de altos que representan el 24.8% del total de los individuos, seguido de los arbustos entre 2 m y 4.5 m de altos, que cuentan con el 28.6 %, la vegetación arbustiva representa un porcentaje de 53.4% y los árboles entre 5 m y 7 m de altos contaron con el 24.8 % de los individuos; el 10.5% está representado por árboles entre 8 m y 10 m; a medida que aumenta la altitud de estos individuos,

los porcentajes disminuyen paulatinamente, de tal manera que aunque se registraron árboles hasta de 25 m de alto, los que estuvieron por encima de 10 m, solo comprendieron el 11.3%, distribuidos de esta manera, árboles entre 11 m y 13 m representan el 5.3%, de 15 m cuenta con el 3.8%, los árboles de 20 m corresponden a un porcentaje de 1.5% y de 25 m solo se registró un individuo, *Ficus cf. macbridei*, uno de los géneros de mayor porte en las selvas neotropicales, al igual que especies de *Erythrina*, *Cecropia* e *Inga* que reporta alturas entre 15 m y 30 m, como lo reportado por la NSF (USA) [18] quien describe los aspectos generales de la vegetación de Colombia.

El estudio realizado por la UVM (Colombia) [12] en el municipio de Amalfi (Antioquia, Colombia) registra que las especies arbóreas tienden a escasear y representan el 36 % de los censado, fenómeno que se ve en el municipio de la Playa de Belén el cual cuenta con muy poca abundancia y variedad de especies; teniendo en cuenta que el paisaje de los dos estudios se caracterizó por zonas de rastrojos y potreros, la Playa solo alcanzo el 25 % de especies leñosa inferiores a un DAP 2.5 cm.

Las 56 especies halladas, se distribuyen en 43 géneros y 22 familias, *Fabaceae* es una de las familias más importante en bosques neotropicales, bosques tropicales y subandinos, esta es la familia con la mayor riqueza en las áreas de influencia del proyecto, contando con 11 especies, agrupadas en 9 géneros; en el segundo lugar se encuentra *Asteraceae* con 6 especies, *Myrtaceae* cuenta con 3 especies. *Bigoniaceae* es una de las familias que cuenta con el menor número de individuos, esta se encuentra en bosques secos neotropicales y domina las especies arbóreas tanto de bosques secos como húmedos [19]. Aunque los bosques tropicales son considerados de alta riqueza florística, existen diferencias significativas en cuanto a diversidad, entre los diferentes bosques neotropicales, particularmente en lo que respecta a los bosques secos. Una diferencia importante en la diversidad en familias, ocurre con la segunda familia más rica en especies, *Asteraceae* que usualmente no es abundante en bosques subandinos, lo que puede indicar que la abundancia de especies de esta familia, es más de subarbustos o arbustos, por lo que esta puede ser la vegetación dominante.

Las especies cultivadas comercialmente, como el naranjo (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), limón (*Citrus limon* (L.) Burm. f.), pumarroso (*Syzygium jambos* (L.) Alston), aguacate (*Persea americana* Mill), mango (*Mangifera indica* L.), ciruelo (*Eryobotrya japónica* Lindl) y papayo (*Carica papaya* L.), son individuos introducidos por los agricultores, debido al aprovechamiento de sus frutos; otras especies introducidas son los arbustos leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) y tártago (*Ricinus communis* L.), que se han constituido en invasoras y que crecen en zonas abiertas; con excepción de estas especies, los demás individuos reportados son nativos, varios de estos registran los mayores número de representantes, ubicando los subarbustos como la especie más abundante y colonizadora de la zona, en los que se incluyen las especies *Lantana cámara* L., *Baccharis trinervis* Pers y *Clibadium surinamense* L., además de los árboles con menos de 10 metros de altitud, las especies correspondientes a individuos sucesionales de estadios intermedios, cuentan con un gran número de individuos, de los cuales se destacan *Pseudopiptocarpa cf. garcia*, *Viburnum tinoides* L., *Myrsine coriácea* R. Br. ex Roem. & Schult. y *Piper sp.* Únicamente las especies de mayor porte, como *Oreopanax cf. pallidum* Cuatrec., *Erythrina cf. fusca* Lour., *Ficus cf. americana* Aubl., *Clusia cf. inesiana* Cuatrec y las especies de guamo *Inga psittacorum* L. Uribe y *Inga cf. velutina* Willd., pertenecen a bosques secundarios tardíos, con mayor desarrollo estructural por su tamaño, grosor copa y asociaciones con epifitas y lianas.

IV. CONCLUSIONES

Las zona estudiada en el municipio de La Playa de Belén, se ubica en la cordillera Oriental colombiana, en el ecosistema seco premontano, el cual ha sido sometido a diferentes transformaciones de origen antrópico, que han modificado las superficies, para su aprovechamiento agrícola y ganadero, provocando la disminución de la cobertura vegetal nativa y el aumento de la exposición del terreno; estos procesos se han presentado a través de los años, en los cuales las especies se han visto reducidas a pequeñas arboledas, cañadas, de difícil acceso, o han sido usadas como cercas vivas, que ayudan en la limitación de los predios.

Las áreas estudiadas solo presentan 56 especies que se distribuyen en 22 familias, las cuales se dividen en matorrales, arbustos y árboles, presentes en el bosque seco premontano, que a través de los años ha sido fraccionado y limitadas a pequeñas arboledas, en donde predominan las especies leñosas de baja y mediana altura, además de especies introducidas por los agricultores para su beneficio; los arbustos se limitan a una pequeña cantidad de las especies encontradas, pero llegan a ocupar grandes predios gracias a la facilidad de su dispersión.

A pesar de la diversidad documentada, en la actualidad estos bosques están sujetos a un intenso proceso de fragmentación y pérdida de cobertura, se evidencia la disminución de los bosques nativos y el paso en aumento de áreas dedicadas a procesos económicos extensivos.

Se encontró que a nivel global los predios estudiados en el municipio presentan baja riqueza específica, baja abundancia, diversidad media según índice de Margalef y Shannon-Wiener y baja dominancia de Simpson. No obstante, en el análisis de cada predio, tomados individualmente, los índices de riqueza y diversidad disminuyen considerablemente.

V. FINANCIAMIENTO

La investigación fue financiada con recursos del proyecto de Regalías “Desarrollo estratégico agroecológico con uso de TIC para el fortalecimiento de cultivos promisorios en el departamento de Norte de Santander”. Convenio Especial de Cooperación 00356. BPIN 2016000100030, el cual fue coordinado por la Gobernación de Norte de Santander y operado por la Universidad de Pamplona.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Gobernación del departamento Norte de Santander, financista del proyecto: “Desarrollo estratégico agroecológico con uso de las TIC, para el fortalecimiento de cultivos promisorios en el departamento de Norte de Santander, Plantar”, la oportunidad de trabajar en el mismo, lo cual permitió los recursos necesarios para desarrollar la investigación y obtener la información que sirvieron de base al presente artículo.

REFERENCIAS

- [1] G. Kattán, y L. Naranjo, Eds. *Regiones biodiversas. Herramientas para la planificación de sistemas regionales de áreas protegidas*. CAL, CO: WCS Colombia, Fund. EcoAndina y WWF Colombia, 2008. Recuperado de https://elti.fesprojects.net/2011Corridors1Colombia/regiones_biodiversas.pdf
- [2] L. Fahrig, “Effects of habitat fragmentation on biodiversity,” *Annu Rev Ecol Evol Syst*, vol. 34, pp. 487–515, Aug. 2003. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- [3] A. Sarmiento, F. Galán, C. Mesa, E. Castaño, C. Delgado y F. Ariza, “Metodología de índices sintéticos de estado de los ecosistemas y relación con índices de presión y respuesta antrópica”, DNP, IAVH, BO, CO, *Informe Final de Resultados*, 2002. Recuperado de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/017931/DocumentosIndicadores/IndicadoresAmazonia/Doc/7AmazoniaAnexoVISintetico090402.pdf>
- [4] P. Tittone, “Ecological intensification of agricultura - sustainable by nature”, *Curr Opin Environ Sustain*, vol. 8, pp. 53–61, Oct. 2014. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.006>
- [5] M. A. Altieri, y C. I. Nicholls, “Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas”, *Agroecolog*, vol. 8, no. 1, pp. 7–20, Jun. 2013. Disponible en <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182921>
- [6] V. Mena-Mosquera, H. Andrade y J. Torres-Torres, “Composición florística, estructura y diversidad del bosque pluvial tropical de la subcuenca del río Munguido, Quibdó, Chocó, Colombia”, *Entramado*, vol. 16, no. 1, pp. 204–215, Dic. 2019. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.6109>
- [7] H. Villareal, M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. Umaña, *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. BO, CO: Institut. Humboldt, 2004. Disponible en <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31419>
- [8] C. Valdez, M. Guzmán, A. Valdés, R. Foroughbakhch, M. Alvarado & A. Rocha, “Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México”, *Rev Biol Trop*, vol. 66, no. 4, pp. 1674–1682, Sep. 2018. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32135>
- [9] P. Soler, J. Berroterán, J. Gil y R. Acosta, “Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela”, *Agronomía Trop*, vol. 62, no. 1-4, pp. 25–37, Dic. 2021. Disponible en <http://bdigital2.ula.ve:8080/xmlui/handle/654321/577>
- [10] A. Juárez-Agis, N. Herrera, J. Martínez y M. Reyes, “Diversidad y estructura de la selva mediana subperennifolia de Acapulco, Gro., México”, *Rev Iberoamericana Cienc Biol Agrop*, vol. 5, no. 10, pp. 50–69, Jun. 2016. Disponible en <https://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/58>

- [11] H. Zapata-Ossa, A. Cubides-Munévar, M. López, E. Pinzón-Gómez, P. Filigrana-Villegas y C. Cassiani-Miranda, “Muestreo por conglomerados en encuestas poblacionales”, *Rev Salud Public*, vol. 13, no. 1, pp. 141–151, Dic. 2010. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/33543>
- [12] A. Sardi, A. Torres y G. Corredor, “Diversidad florística en un paisaje rural del piedemonte de los Farallones de Cali, Colombia”, *Colomb Forest*, vol. 21, no. 2, pp. 142–160, Mar. 2018. <https://doi.org/10.14483/2256201X.10866>
- [13] W. Ariza, J. Toro y A. Lores, “Análisis florístico y estructural de los bosques premontanos en el municipio de Amalfi (Antioquia, Colombia)”, *Colomb Forest*, vol. 12, pp. 81–102, Nov. 2008. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2009.1.a07>
- [14] M. Medrano, F. Hernández, S. Corral y J. Nájera, “Diversidad arbórea a diferentes niveles de altitud en la región de El Salto, Durango”, *Rev Mex Cienc Forest*, vol. 8, no. 40, pp. 57–68, Feb. 2017. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i40.36>
- [15] C. Morán-Donjuan, O. Burbano-Vargas, C. Méndez-Osorio y D. Castro-Rojas, “Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus L.*) en la Sierra Madre del Sur, México”, *Rev Forest Mesoamerican Kurú*, vol. 14, no. 35, pp. 68–75, Abr. 2017. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v14i35.3154>
- [16] A. Salmerón, A. González, L. Barbán y L. Quintana, “Abundancia de las especies presentes en sitios sometidos a diferentes niveles de perturbaciones antrópicas”, *Forest Veracruzan*, vol. 17, no. 2, pp. 11–20, Ene. 2016, Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/497/49743956002/>
- [17] L. Fournier, & M. Herrera de Fournier, “Recuperación del bosque en el Premontano Húmedo y Muy Húmedo del Cantón de Mora, Costa Rica”, *Rev Biolog Tropic*, vol. 33, no. 2, pp. 151–155, Jun. 1985. Disponible en <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/24415>
- [18] J. Cuatrecasas, “Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Parte I”, *Rev Acad Colomb Cienc Ex Fis Nat*, vol. 10, no. 40, pp. 221–264, Dic. 1958. <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.570>
- [19] A. Gentry, “Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane Forests”, in *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest*, S. Churchill, H. Balslev, E. Forero & J. Luteyn, NYC, NY, USA: NYBG, 1995, pp. 103–126. Available from http://ctfs.si.edu/Public/pdfs/ToDelete/Gentry_1993_proceedingsBioConservNeotrMontaneForest.pdf
- [20] *Minitab* (v. 18). Minitab. Disponible en <https://www.minitab.com/es-mx/support/downloads/>

Dixon Fabián Flórez Delgado. Universidad de Pamplona (Colombia).

Alfonso Eugenio Capacho Mogollón. Universidad de Pamplona (Colombia).

Leónides Castellanos González. Universidad de Pamplona (Colombia).