

FINCAS PRODUCTIVAS Y SU RELACIÓN CON ESPECIES FORESTALES NATIVAS E INTRODUCIDAS EN SEIS MUNICIPIOS DE BOYACÁ-COLOMBIA

PRODUCTIVE FARMS AND THEIR RELATIONSHIP WITH NATIVE AND INTRODUCED FOREST SPECIES IN SIX MUNICIPALITIES OF BOYACÁ-COLOMBIA

Yamit Gregorio García-Carvajal¹
Paola Andrea Hormaza Martínez²

Resumen

La identificación de la vulnerabilidad en la diversidad ecológica de cualquier zona agrícola se establece a través de la representatividad de las especies forestales dentro de la comunidad. Entender su distribución y cantidad, Dominancia, Equidad y riqueza permite generar recomendaciones específicas, así como la toma de decisiones respecto a su conservación. El objetivo del estudio fue caracterizar las especies forestales y arbustivas al nivel taxonómico más bajo, identificando la riqueza de especies predominantes en los municipios de Aquitania, Belén, Busbanzá, Cómbita, Panqueba y Pesca en el departamento de Boyacá, Colombia. Se evaluaron 12 fincas en 6 municipios para un total de 72, en un rango altitudinal entre 2200 y 4000 msnm reconociendo árboles a especies. Los indicadores de biodiversidad utilizados en las fincas fueron Abundancia Relativa (%), Índice de riqueza específica (S) e Índice de Diversidad de Margalef (DMg). Además, se aplicaron los métodos del Índice de Diversidad de Simpson (D) y el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H') basados en la estructura de la comunidad. Se realizó un análisis estadístico descriptivo para determinar la abundancia del total de especies por municipio y un análisis jerárquico de clasificación de conglomerados por conglomerados para cuantificar la similitud de especies en las fincas. La riqueza de especies forestales y arbustivas fue de 76 especies distribuidas en 62 géneros y 34 familias, siendo representativas Rosaceae, Solanaceae y Myrtaceae. Se determinó que el área tenía principalmente una biodiversidad intermedia y una diversidad media a baja.

Palabras clave: Indicadores biodiversidad; Riqueza específica, Boyacá, Margalef, Shannon-Wiener, Simpson.

Abstract

Identifying vulnerability in ecological diversity of any agricultural zone is established through the representativeness of the forest species within the community. Understanding their distribution and quantity, dominance, equity and richness allows to produce specific recommendations as well as decision-making regarding its conservation. The aim of the study was to characterize forest and shrub species at the lowest taxonomic level, identifying the richness of predominant species in the municipalities of Aquitania, Belén, Busbanzá, Cómbita, Panqueba and Pesca in the department of

Recepción: Octubre de 2021 / Evaluación: Noviembre de 2021 / Aprobado: Diciembre de 2021

¹ Ingeniero Agrónomo. Maestrante en Ciencias Agrarias, Docente Ocasional. Universidad de Pamplona, Pamplona, Norte de Santander, Colombia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6171-837X> Email: yamit.garcia@unipamplona.edu.co

² Ingeniero Agrónomo, Doctor en Fitotecnia, Docente Ocasional. Universidad de Pamplona, Pamplona, Norte de Santander, Colombia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0156-9955>, Email: paola.hormaza@unipamplona.edu.co

Boyacá, Colombia. Twelve farms were evaluated in 6 municipalities for a total of 72, within an altitude range between 2,200 and 4,000 masl recognizing trees to species. The biodiversity indicators used in the farms were relative abundance (%), specific richness Index (S) and Margalef's diversity Index (DMg). In addition, Simpson's diversity Index of (D) and Shannon-Wiener diversity Index (H') methods based on the structure of the community were applied. A descriptive statistical analysis to determine the abundance of the total species by municipality and a hierarchical conglomerate cluster classification analysis to quantify the similarity of species in the farms were carried out. The richness of forest and shrub species was 76 species distributed in 62 genera and 34 families, being representative Rosaceae, Solanaceae and Myrtaceae. The area was determined to have mainly intermediate biodiversity and medium to low diversity.

Key words: Biodiversity Index, specific richness, Boyacá, Margalef, Shannon-Wiener, Simpson.

Introducción

La región central de la cordillera oriental que conforma la región andina colombiana, incluye los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, entre otros; los cuales comprenden altiplanicies de 2.000 a 3.000 metros sobre el nivel del mar, donde se extiende la continuación de la sabana de Bogotá (Acevedo, 2021).

Boyacá cuenta con una extensión de 23.189 kilómetros cuadrados, organizados en 13 provincias, que presentan variados pisos térmicos (Plan de Desarrollo 2020-2023), por ello es conocido como una de las zonas productoras de alimento de la región andina. Además, presenta una de las mayores reservas en especies forestales (nativas y adaptadas) que, en parte, conforman el complejo de paramos que cubren el 24% del territorio colombiano (BoyacáBio, 2017).

La región se ha caracterizado por la gran oferta agrícola diversificada, con variedad de cultivos y es uno de los más ricos en suelos con cobertura de reservas forestales y altamente productivo, de acuerdo con los reportes generados por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA, 2018).

La variedad e interacción entre especies vegetales de interés económico agrícola ha sido relevante para la generación de alimentos, no solo en Colombia sino en diversos países productores a nivel mundial (Gómez, Sereviche y Cogollo, 2020; Ruiz, García, Martínez y Vidal, 2020). Es importante conocer, identificar, cuantificar y analizar dicha interacción en relación con las especies asociadas en los agroecosistemas desarrollados por los productores, de tipo agrícola como forestal (Vázquez, et al., 2012).

Medir la diversidad ecológica, permite fundamentar la importancia de las especies de acuerdo a diversas variables como su representatividad al interior de la comunidad, su distribución, el número de especies, Dominancia, entre otros aspectos que resultan relevantes al momento de identificar su vulnerabilidad y establecer recomendaciones o tomar decisiones en torno a su conservación (Magurran, 1998; Sánchez, Peláez y López, 2021).

El objetivo del presente estudio fue caracterizar las especies forestales y arbustivas de bosque a nivel taxonómico más bajo, la riqueza de especies predominantes en seis municipios del departamento de Boyacá: Aquitania, Belén, Busbanzá, Cómbita, Panqueba y Pesca.

Se utilizó la evaluación de ecosistemas con Índices de Diversidad tales como Abundancia, Dominancia y Frecuencia Relativa de las especies para analizar las relaciones entre población de especies (Jiménez, Aguirre, & Kramer, 2001).

Metodología

Lugar de trabajo y muestra

El departamento de Boyacá, situado en el centro oriente de Colombia, se extiende entre las coordenadas 04° 39' 10" Latitud Norte y 74° 41' 35" Longitud Oeste, y presenta una variada topografía que abarca diversos pisos térmicos y paisajes, características típicas de la Región Andina que se encuentran en la cordillera oriental (Plan de Desarrollo 2020 – 2023).

En el marco del proyecto "Implementación de modelos agrícolas asociativos con policultivos tradicionales para el manejo económico y ambiental en el departamento de Boyacá", se ha seleccionado un área de estudio que abarca seis municipios distribuidos en cuatro provincias: Belén y Busbazá en la Provincia de Tundama, Cómbita en la Provincia Centro, Panqueba en la Provincia de Gutiérrez, y Pesca y Aquitania en la Provincia de Sugamuxi.

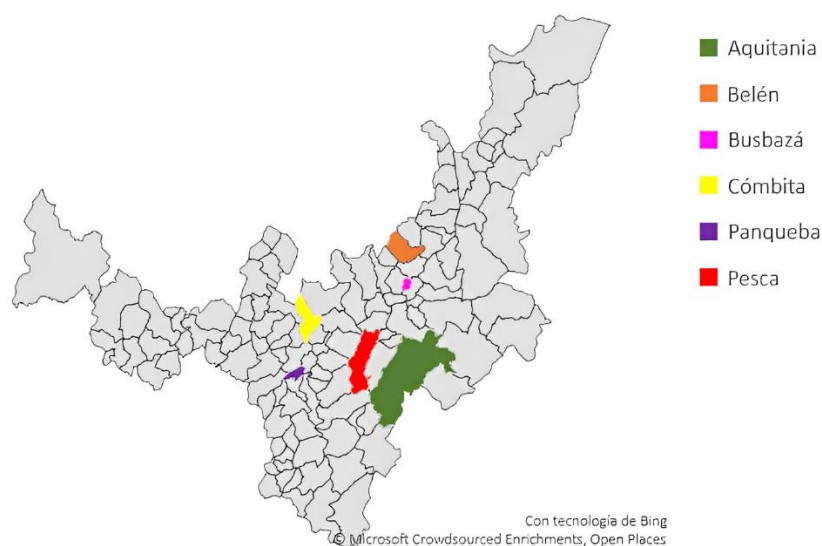


Figura 1. Municipios del estudio en Boyacá (Fuente: Autores)

Los predios fueron seleccionados teniendo en consideración el tipo de producción en mono o policultivo, establecidos en parcelas de 0,5 ha con un sistema agroecológico (Tabla 1) y la facilidad de acceso, identificados con GPS Garmin Etrex 10.

Tabla 1. Especies usadas en la producción mono y policultivos por municipio

Municipio	Especie Monocultivo	Especie Policultivo
Aquitania	Cebolla de Rama (var. Pastusa)	Arveja (var. Santa Isabel), Cebolla de rama (var. Pastusa), Papa (var. Superior)
	Cebolla de rama (var. Pastusa)	Cebolla de Rama, Arveja
	Cebolla de rama (var. Pastusa)	Cebolla de Rama, Papa
Belén	Papa (var. Superior)	Arveja (var. Santa Isabel), Papa (var. Superior)
	Papa (var. Criolla)	Papa (var. Criolla), Arveja (var. Santa Isabel)

	Maíz (var. Porva Simijaca)	Maíz (var. Porva Simijaca), Frijol (var. Bola roja voluble)
	Papa (var. Superior)	Papa (var. Superior), Arveja (var. Santa Isabel)
Busbanzá	Papa (var. Criolla)	Papa (var. Criolla), Arveja (var. Santa Isabel)
	Maíz (var. Porva Simijaca)	Maíz (var. Porva Simijaca), Frijol (var. Bola roja voluble)
	Papa (var. Superior)	Papa (var. Superior), Arveja (var. Santa Isabel)
Cómbita	Mora (var. Uva)	Mora (var. Uva), Fríjol (var. ICA Cerinza)
	Durazno (var. Rey Negro)	Durazno (var. Rey Negro), Frijol (var. ICA Cerinza), Maíz (var. Porva Simijaca)
	Cebolla (var. Taki Osaka)	Cebolla (var. Taki Osaka), Fríjol (var. ICA Cerinza)
Panqueba	Durazno (var. Gran Jarillo)	Durazno (var. Gran Jarillo), Fríjol (var. ICA Cerinza), Maíz (var. Porva Simijaca)
	Maíz (var. Porva Simijaca)	Maíz (var. Porva Simijaca), Fríjol (var. ICA Cerinza), Arveja (var. Santa Isabel)
	Cebolla (var. Taki Osaka)	Cebolla (var. Taki Osaka), Arveja (var. Santa Isabel), Papa (var. Superior)
Pesca	Cebolla (var. Taki Osaka)	Cebolla (var. Taki Osaka), Arveja (var. Santa Isabel), Haba (var. Pescana)
	Cebolla (var. Taki Osaka)	Cebolla (var. Taki Osaka), Papa (var. Superior)

Fuente: Autores

Con ayuda de los productores locales se realizó el muestreo de cada predio, en éstos se llevó a cabo el reconocimiento de las especies presentes determinando los nombres comunes, y, sus estructuras fueron fotografiadas para posterior identificación taxonómica hasta especie.

Las variables evaluadas fueron basadas en indicadores de biodiversidad, usando la metodología de Moreno (2011), como Abundancia n (número total de individuos en la finca), Abundancia Relativa del predio (%) = Abundancia (n)/Abundancia total (N = Número Total de individuos de todas las especies en todas las fincas), relacionándolos con métodos de cuantificación de especies como Índice de riqueza específica (S) = Número de especies presentes, mediante el Índice de diversidad de especies con el método Margalef (1951) $DMg = (S-1)/\ln N$. También, fue utilizado métodos basados en la estructura de la comunidad mediante Índices de Abundancia proporcional, usando el Índice de Dominancia de Simpson (D) (1949) $D = 1 - \sum (p_i)^2$, Índice de Equidad de Abundancia con el método Shannon-Wiener (1948) $H' = - \sum p_i * \ln (P_i)$ donde $P_i = n_i/N$, en plantas encontradas.

Se realizó un análisis estadístico descriptivo para determinar la abundancia del total de especies por municipio; así como un análisis de clasificación automática o clúster de conglomerados jerárquicos para conocer la similaridad de los municipios con relación a estos indicadores de biodiversidad vegetal. Se empleó el paquete estadístico SPSS versión 2.1.

Resultados y Discusión

En el análisis de la biodiversidad forestal de las 72 fincas ubicadas en los seis municipios de Boyacá, se identificaron 32 familias que incluyen 60 géneros y 72 especies, con un total de 1525 individuos forestales y arbustivos (Tabla 2). La familia Myrtaceae se destacó con la mayor cantidad de individuos, sumando 335 distribuidos en 6 géneros y 7 especies, seguida por las familias Pinaceae con 173 individuos y Betulaceae con 157 individuos, cada una con menos diversidad de géneros y especies. Myrtaceae, en particular, mostró una notable predominancia en los municipios de Aquitania, Belén, Busbanzá, Cómbita y Pesca, que forman parte de la zona andina del departamento. Según Parra-O (2023), en las zonas subandinas tropicales de Colombia, las especies de la familia Myrtaceae, tanto nativas como introducidas, son fundamentales para el restablecimiento ecológico, lo que resalta su importancia en la restauración de los ecosistemas en Boyacá.

Tabla 2. Especies presentes en los municipios de estudio.

Familia	Género	Especie
Adoxaceae	<i>Sambucus</i>	<i>Sambucus nigra</i> L.
		<i>Sambucus peruviana</i> Kunth
	<i>Viburnum</i>	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.
Anacardiaceae	<i>Schinus</i>	<i>Schinus molle</i> Kunth
Asteraceae	<i>Baccharis</i>	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers
	<i>Baccharis</i>	<i>Baccharis prunifolia</i> Kunth
	<i>Diplostephium</i>	<i>Diplostephium rosmarinifolium</i> (Benth.) Wedd
	<i>Montanoa</i>	<i>Montanoa ovalifolia</i> Deless. ex DC.
	<i>Piptocoma</i>	<i>Piptocoma discolor</i> (Kunth) Pruski
	<i>Smallanthus</i>	<i>Smallanthus pyramidalis</i> (Triana) H.Rob.
Betulaceae	<i>Alnus</i>	<i>Alnus acuminata</i> Kunth
Caricaceae	<i>Vasconcellea</i>	<i>Vasconcellea pubescens</i> A.DC.
Clusiaceae	<i>Clusia</i>	<i>Clusia</i> sp
Cordiaceae	<i>Varronia</i>	<i>Varronia curassavica</i> Jacq.
Cunoniaceae	<i>Weinmannia</i>	<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth
Cupresaceae	<i>Cupressus</i>	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill
Eleocarpaceae	<i>Vallea</i>	<i>Vallea stipularis</i> L.f.
Ericaceae	<i>Psammisia</i>	<i>Psammisia penduliflora</i> (Dunal) Klotzsch
Euforbiaceae	<i>Euphorbia</i>	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch
		<i>Acacia melanoxylon</i> auct. non R.Br.
Fabaceae	<i>Acacia</i>	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.
	<i>Caesalpinia</i>	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze
	<i>Erythrina</i>	<i>Erythrina rubrinervia</i> Kunth
	<i>Inga</i>	<i>Inga cayennensis</i> Benth.
	<i>Senna</i>	<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby
	<i>Spartium</i>	<i>Spartium junceum</i> L.
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.
Hypericaceae	<i>Hypericum</i>	<i>Hypericum juniperinum</i> Kunth
Lauraceae	<i>Laurus</i>	<i>Laurus nobilis</i> L.

	<i>Persea</i>	<i>Persea americana</i> Mill.
Malpigiaceae	<i>Malpighia</i>	<i>Malpighia glabra</i> L.
	<i>Bucquetia</i>	<i>Bucquetia glutinosa</i> (L. f.) DC
Melastomataceae	<i>Leptocarpha</i>	<i>Leptocarpha rivularis</i> DC.
	<i>Miconia</i>	<i>Miconia multispicata</i> Naudín
		<i>Miconia squamulosa</i> Triana
Meliaceae	<i>Cedrela</i>	<i>Cedrela odorata</i> L.
Miricaceae	<i>Morella</i>	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur
	<i>Acca</i>	<i>Acca sellowiana</i> (O. Berg) Burret
	<i>Eucalyptus</i>	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.
	<i>Myrcia</i>	<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.
Myrtaceae	<i>Myrcianthes</i>	<i>Myrcianthes leucoxyla</i> (Ortega) McVaugh
	<i>Psidium</i>	<i>Psidium guajava</i> L.
	<i>Syzygium</i>	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston
		<i>Syzygium paniculatum</i> Gaertn.
Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>Ficus carica</i> L.
		<i>Ficus crassiuscula</i> Warb. ex Standl
Oleaceae	<i>Fraxinus</i>	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.
Onagraceae	<i>Fuchsia</i>	<i>Fuchsia magellanica</i> Lam.
Pasifloraceae	<i>Passiflora</i>	<i>Passiflora mollis</i> Kunth
Pinaceae	<i>Pinus</i>	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schltdl. & Cham.
		<i>Pinus radiata</i> D. Don
Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia</i>	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn
Primulaceae	<i>Myrsine</i>	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze
	<i>Hesperomeles</i>	<i>Hesperomeles goudotiana</i> (Decne.) Killip
	<i>Holodiscus</i>	<i>Holodiscus argenteus</i> (L.f.) Maxim
	<i>Malus</i>	<i>Malus pumila</i> Mill.
	<i>Polylepis</i>	<i>Polylepis quadrijuga</i> Bitter
		<i>Prunus buxifolia</i> Koehne
Rosaceae	<i>Prunus</i>	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch
		<i>Prunus serotina</i> Ehrh.
	<i>Pyrus</i>	<i>Pyrus communis</i> L.
		<i>Rubus eriocarpus</i> Liebm.
	<i>Rubus</i>	<i>Rubus nubigenus</i> Kunth
		<i>Rubus ulmifolius</i> Schott
Rutaceae	<i>Citrusx</i>	<i>Citrusx limonia</i> Osbeck
Salicaceae	<i>Salix</i>	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.
Sapindaceae	<i>Dodonaea</i>	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.
Saxifragaceae	<i>Escallonia</i>	<i>Escallonia pendula</i> (Ruiz & Pav.) Pers.
		<i>Brugmansia arborea</i> (L.) Steud.
	<i>Brugmansia</i>	<i>Brugmansia candida</i> Pers
Solanaceae		<i>Brugmansia sanguinea</i> (Ruiz & Pav.) D. Don
	<i>Cestrum</i>	<i>Cestrum buxifolium</i> Kunth
	<i>Lycianthes</i>	<i>Lycianthes licioides</i> (L.) Hassl

	<i>Solanum betaceum</i> Cav.
<i>Solanum</i>	<i>Solanum laxum</i> Spreng
	<i>Solanum nigrum</i> L.

Fuente: Autores

Indicadores de Biodiversidad por municipio

Para el estudio de los indicadores de biodiversidad por municipio se relacionaron los datos por finca como se describe en la Tabla 3.

Tabla 3. Índices de biodiversidad de Aquitania.

Municipio	N°	Finca	N	AR (%)	S	DMg	H	D
Aquitania	1	Tomatita 2	20	6,21	10	3,00	2,25	0,11
	2	El Romero	25	7,76	9	2,48	2,09	0,14
	3	Caña Honda	16	4,97	6	1,80	1,72	0,19
	4	Buenavista	45	13,97	9	2,10	1,87	0,20
	5	El Espinal	33	10,25	9	2,28	2,00	0,16
	6	La Laja 1	8	2,49	4	1,44	1,21	0,34
	7	El Colorado	36	11,18	11	2,79	2,27	0,11
	8	La Laja	25	7,76	11	3,11	2,28	0,11
	9	Las Pilas	33	10,25	9	2,29	2,10	0,14
	10	Las Cañas	30	9,32	11	2,94	2,32	0,10
	11	Encenillo y Ladera	32	9,94	6	1,44	1,69	0,20
	12	San Fernando	19	5,9	7	2,04	1,81	0,18
		Promedio	26,83	8,33	8,5	2,309	2,00	0,166
		Desviación estándar	10,06	3,12	2,28	0,577	0,382	0,066

Fuente: Autores

Abundancia= *N*; Abundancia Relativa= *AR*; Riqueza específica= *S*; Diversidad Margalef= *DMg*; Equidad (Shannon-Wiener) = *H*; Dominancia (Simpson)= *D*

En el municipio de Aquitania, la finca “Buenavista” se destacó por su alta Abundancia de especies forestales, con 45 individuos y una Abundancia Relativa del 13.97%. Las fincas “La Laja”, “La Tomatita 2” y “Las Cañas” mostraron la mayor riqueza específica, con 10 a 11 especies cada una, y presentaron los más altos valores en los índices de diversidad de Margalef (2.94 a 3.11) y Shannon-Wiener (2.25 a 2.32), indicando una biodiversidad intermedia y una distribución equitativa de especies. En contraste, “La Laja 1” tuvo los valores más bajos de biodiversidad, con solo 8 individuos, una Abundancia Relativa de 2.49%, y bajos índices de Margalef (1.44) y Shannon-Wiener (1.21), sugiriendo una baja diversidad y una posible tendencia hacia la desertificación. Esto subraya la necesidad de manejar y restaurar los ecosistemas menos diversos para evitar su degradación ecológica.

El análisis de clúster para los indicadores de biodiversidad de las fincas en Aquitania reveló cuatro agrupaciones distintivas (Figura 2).

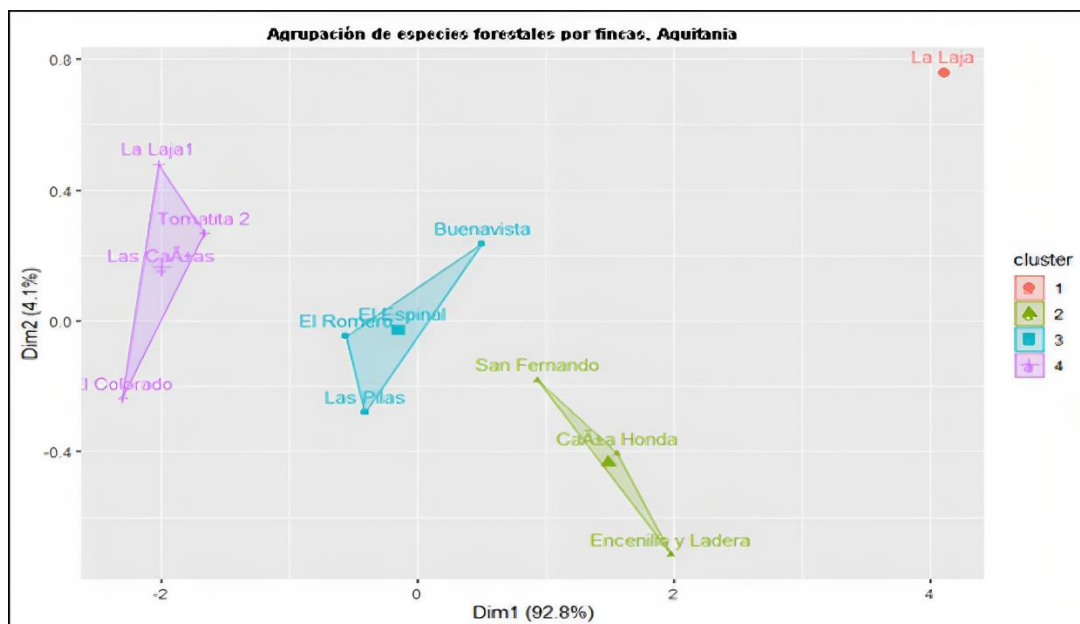


Figura 2. Agrupación de las fincas según indicadores de biodiversidad del municipio de Aquitania. (Fuente: Autores).

El análisis de clúster de las fincas en Aquitania identificó cuatro agrupaciones en función de sus indicadores de biodiversidad. La primera agrupación, en rojo, incluye solo a “La Laja1”, que muestra una baja riqueza específica (4 especies), con una diversidad de Margalef de 1.44, un Índice de Equidad de Shannon de 1.21 y un Índice de Dominancia de Simpson menor a 1. La segunda agrupación, en verde, comprende “Caña Honda”, “Encenillo y Ladera” y “San Fernando”, con una riqueza específica intermedia (6-7 especies), una diversidad de Margalef entre 1.44 y 2.04, un Índice de Equidad de 1.69 a 1.81 y un Índice de Dominancia muy bajo (0.18-0.20). La tercera agrupación, en azul, incluye “Buenavista”, “El Espinal”, “El Romero” y “Las Pilas”, que tienen una alta riqueza específica (9 especies), con una diversidad de Margalef de 2.10 a 2.48, un Índice de Equidad de 1.87 a 2.29 y un Índice de Dominancia entre 0.14 y 0.20, lo que indica ecosistemas más equilibrados. Finalmente, el cuarto grupo, en violeta, agrupa a “La Laja”, “Tomatita 2”, “Las Cañas” y “El Colorado”, con la mayor riqueza específica (10-11 especies), y valores intermedios para los Índices de Diversidad de Margalef (2.79 a 3.11) y de Equidad de Shannon-Wiener (2.25 a 2.32), y un Índice de Dominancia muy bajo (0.10 a 0.11), sugiriendo un alto grado de diversidad y equilibrio.

En el municipio de Belén (Tabla 4), la finca “Ojo de Agua” sobresale con la mayor Abundancia de especies forestales, registrando 48 individuos y una Abundancia Relativa del 14.6%, seguida por “Peña Colorada” y “El Guirre” con 46 y 39 individuos respectivamente, y abundancias relativas de 14% y 11.9%. Estas fincas, junto con “La Meseta”, también muestran una alta Riqueza Específica, variando entre 9 y 11 especies. Las fincas “La Meseta”, “El Guirre” y “El Morito” presentan los mayores Índices de Diversidad de Margalef (2.65 a 2.77) y de Equidad de Shannon-Wiener (2.04 a 2.34), indicando una biodiversidad intermedia y equitativa.

Tabla 4. Índices de biodiversidad de Belén.

Municipio	N°	Finca	<i>N</i>	<i>AR</i> (%)	<i>S</i>	<i>DMg</i>	<i>H</i>	<i>D</i>
Belén	1	El Guirre	39	11,9	11	2,73	2,34	0,1
	2	Buenos Aires	15	4,6	3	0,74	0,73	0,58
	3	La Meseta	30	9,1	10	2,65	2,01	0,18
	4	El Cardón	24	7,3	3	0,63	1,06	0,36
	5	El Morito	18	5,5	9	2,77	2,09	0,14
	6	El Chital	30	9,1	6	1,47	1,61	0,23
	7	Hoya	21	6,4	8	2,3	1,91	0,17
	8	Puerto nuevo	25	7,6	4	0,93	1,26	0,31
	9	Ojo de agua	48	14,6	9	2,07	2,04	0,15
	10	El Pino	22	6,7	3	0,65	0,82	0,53
	11	La Primavera	26	7,9	5	1,23	1,46	0,26
	12	Peña Colorada	46	14	9	2,09	1,93	0,17
			Media	28,67	8,73	6,67	1,69	1,61
			Desviación estándar	10,58	3,21	2,99	0,84	0,53

Fuente: Autores

Abundancia= *N*; Abundancia Relativa= *AR*; Riqueza específica= *S*; Diversidad Margalef= *DMg*; Equidad (Shannon-Wiener) = *H*; Dominancia (Simpson)= *D*

Por el contrario, “Buenos Aires” se destaca por sus bajos valores de biodiversidad, con solo 15 individuos, una Abundancia Relativa de 4.6% y una Riqueza Específica de 3 especies. Además, “Buenos Aires”, “El Pino” y “El Cardón” muestran los menores índices de Diversidad de Margalef (menores de 0.74), Equidad de Shannon-Wiener (0.73 a 1.06) y Dominancia de Simpson (inferiores a 0.58), sugiriendo una baja diversidad y equidad vegetal. Estas diferencias reflejan la variabilidad en la estructura y salud ecológica de las fincas en Belén, con algunas mostrando ecosistemas más equilibrados y diversas que otras.

El análisis multivariado realizado para los indicadores de Biodiversidad, dio como resultado tres agrupaciones de fincas a partir de la similaridad presentada (Figura 3).

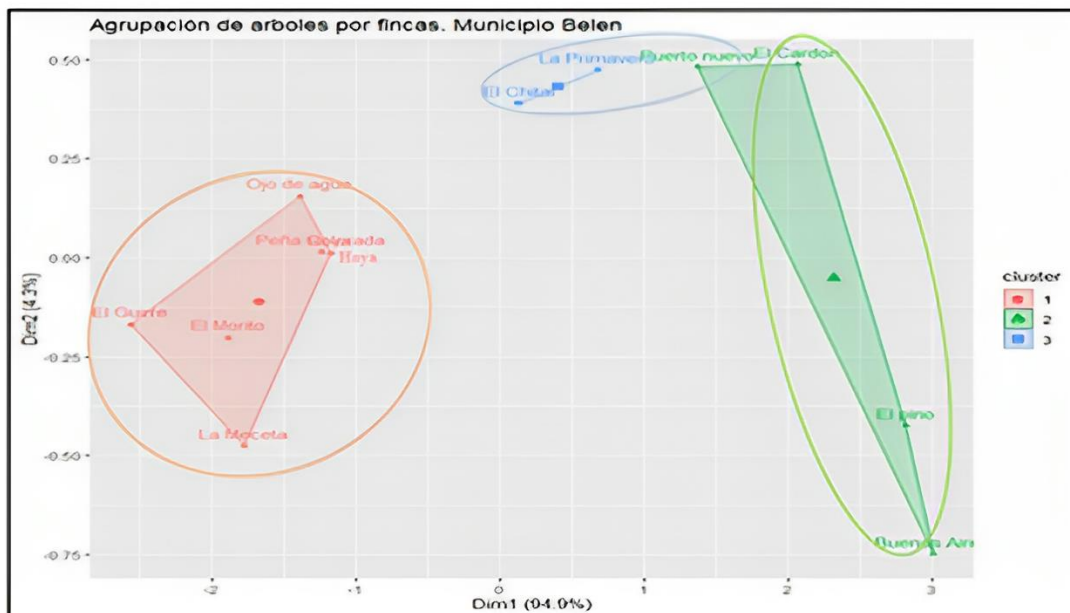


Figura 3. Agrupación de las fincas según indicadores de biodiversidad del municipio de Belén (Fuente: Autores).

En el análisis de clúster de las fincas en el municipio de Belén, se identificaron tres agrupaciones distintivas basadas en indicadores de biodiversidad. La primera agrupación, en color rojo, incluye las fincas “Ojo de Agua”, “Peña Colorada”, “Hoya”, “El Morito”, “El Guirre” y “La Meseta”, caracterizadas por una alta Riqueza Específica (9 a 11 especies), una diversidad de Margalef que varía entre 2.07 y 2.77, una Equidad de Shannon-Wiener de 1.91 a 2.34, y un Índice de Dominancia de Simpson inferior a 1, indicando ecosistemas equilibrados y ricos en especies. La segunda agrupación, en verde, comprende las fincas “Buenos Aires”, “El Cardón”, “Puerto Nuevo” y “El Pino”, que muestran una baja Riqueza Específica (3 a 4 especies), una diversidad de Margalef entre 0.63 y 0.93, una Equidad de Shannon-Wiener de 1.69 a 1.81 y un Índice de Dominancia muy bajo (0.18 a 0.20), reflejando una baja biodiversidad y equidad. Finalmente, la tercera agrupación, en azul, incluye las fincas “El Chital” y “La Primavera”, con una riqueza específica intermedia (5 y 6 especies), una diversidad de Margalef de 1.23 a 1.47, una Equidad de Shannon-Wiener de 1.46 a 1.6 y un Índice de Dominancia de Simpson entre 0.23 y 0.26, lo que sugiere una moderada diversidad pero baja equidad en sus comunidades vegetales.

En el municipio de Busbanzá, los indicadores de biodiversidad muestran que las fincas "El Higo y Belin" y "La Higuera y Motual" destacan significativamente, con una alta Abundancia de especies (88 y 51 individuos respectivamente) y una Abundancia Relativa de 26.80% y 15.50%. Estas fincas también presentan una elevada Riqueza Específica, con 23 y 16 especies forestales, respectivamente, lo que indica una alta diversidad de especies. En términos de biodiversidad, la diversidad de Margalef de 2.30 sugiere una biodiversidad media, mientras que la Equidad de Shannon-Wiener de 2.12 señala una diversidad moderada y el Índice de Dominancia de Simpson de 0.13 revela una baja dominancia de especies, indicando un ecosistema más equilibrado. En contraste, las fincas "Quebradas" y "Pantano Chiquito" tienen los valores más bajos de Abundancia de especies (9 y 18 individuos) y Abundancia Relativa (2.70% y 5.50%), con una baja Riqueza Específica de 3 y 7 especies, respectivamente. Además, las fincas "La Mesa", "Quebraditas" y "Villa Luisa" presentan bajos índices de Diversidad de Margalef (0.46, 0.91 y 0.97) y de Equidad de Shannon-Wiener (1.06, 1.47 y 1.50), así como valores bajos en el Índice de Dominancia de

Simpson en "El Arenal" y "Pantano Chiquito" (0.16), lo que indica una baja diversidad y equidad en sus comunidades vegetales.

Tabla 5. Índices de biodiversidad de Busbanzá.

Municipio	N°	Finca	N	AR (%)	S	DMg	H	D
Busbanzá	1	El Arenal	21	6,40	7	1,97	1,88	0,161
	2	Pantano Chiquito	18	5,50	7	2,08	1,88	0,161
	3	La Mesa	45	13,70	9	0,46	1,06	0,403
	4	Fulla	19	5,80	9	1,82	1,47	0,259
	5	El Palmar	38	11,60	8	1,65	1,88	0,163
	6	Quebradas	9	2,70	3	0,91	1,10	0,333
	7	Villa Luisa	38	11,60	13	0,97	1,35	0,269
	8	La Holla	24	7,30	11	1,71	1,77	0,173
	9	Kiosko	44	13,40	11	1,62	1,75	0,182
	10	El Higo y Belin	88	26,80	23	2,30	2,12	0,138
	11	La Mesa	31	9,50	10	1,64	1,50	0,288
	12	La Higuera y Motual	51	15,50	16	2,23	2,02	0,142
		Media	35,50	10,82	10,58	1,61	1,65	0,22
		Desviación estándar	20,92	6,37	5,09	0,56	0,35	0,09

Fuente: Autores

Abundancia= N ; Abundancia Relativa= AR ; Riqueza específica= S ; Diversidad Margalef= DMg ; Equidad (Shannon-Wiener) = H ; Dominancia (Simpson)= D

El análisis multivariado realizado para los indicadores de Biodiversidad, del municipio de Busbanzá, presentó como resultado cuatro agrupaciones de fincas a partir de las similitudes en los rangos de valores (Figura 4).

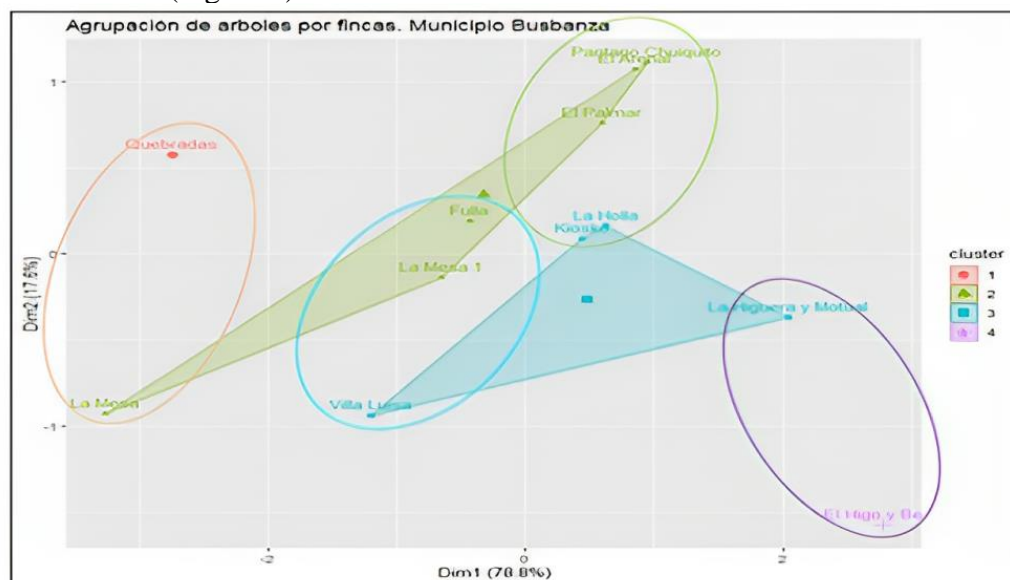


Figura 4. Agrupación de las fincas según indicadores de biodiversidad del municipio de Busbanzá (Fuente: Autores).

En el municipio de Busbanzá, se identificaron cuatro agrupaciones de fincas según sus indicadores de biodiversidad. La primera agrupación (rojo) incluye fincas con una riqueza específica de 9 a 11 especies, diversidad de Margalef entre 0.46 y 0.91, Equidad de Shannon-Wiener de 1.06 a 1.10, y un Índice de Dominancia de Simpson inferior a 1, indicativo de una comunidad vegetal con baja dominancia y diversidad media. La segunda agrupación (verde) presenta fincas con riqueza específica de 7 a 8 especies, diversidad de Margalef de 1.65 a 2.08, Equidad de Shannon-Wiener de 1.88, y un bajo Índice de Dominancia de Simpson (0.16), mostrando una diversidad intermedia y equilibrio en la comunidad vegetal. La tercera agrupación (azul) exhibe fincas con riqueza específica de 9 a 13 especies, diversidad de Margalef de 0.97 a 1.82, Equidad de Shannon-Wiener de 1.35 a 1.50, y un Índice de Dominancia de Simpson de 0.25 a 0.28, indicando una biodiversidad media y una comunidad con baja diversidad. Finalmente, la cuarta agrupación (violeta) destaca por su alta riqueza específica (23 y 16 especies), diversidad de Margalef de 2.30 y 2.23, Equidad de Shannon-Wiener de 2.12 a 2.02, y un Índice de Dominancia de Simpson de 0.13 y 0.14, señalando una alta biodiversidad y una baja dominancia en la comunidad vegetal evaluada en el área de estudio.

En el municipio de Cóbbita, se observa una variedad significativa en los indicadores de biodiversidad entre las fincas evaluadas según la Tabla 6. Destacan las fincas “La Castilla” y “El Consuelo” por su alta Abundancia de especies forestales con 43 y 24 individuos respectivamente, junto con una Abundancia Relativa del 0.17% y 0.10%. En términos de Riqueza específica, fincas como “La Cortadera”, “La Castilla” y “El Provenir” sobresalen con valores de 10 a 11 especies. Asimismo, los valores más altos en Diversidad de Margalef se registran en “La Cortadera”, “El Porvenir” y “Villa Elvira” con valores que oscilan entre 2.95 y 3.19. Los Índices de Equidad de Shannon-Wiener muestran los mayores valores en “La Cortadera” y “La Castilla” (2.27 y 2.20 respectivamente), mientras que los mayores valores para el Índice de Dominancia corresponden a “El Recreo” y “Miravalles” con 0.21 y 0.16 respectivamente, evidenciando variaciones significativas en la estructura y composición de la comunidad vegetal en las fincas evaluadas en esta zona.

Tabla 6. Índices de biodiversidad de Cóbbita.

Municipio	N°	Finca	<i>N</i>	<i>AR</i> (%)	<i>S</i>	<i>DMg</i>	<i>H</i>	<i>D</i>
Cóbbita	1	La Cortadera	23	0,09	11,00	3,19	2,27	0,12
	2	La Castilla	43	0,17	10,00	2,39	2,20	0,12
	3	La Reliquia	20	0,08	9,00	2,67	2,09	0,14
	4	Miravalles	15	0,06	7,00	2,22	1,86	0,16
	5	El Matantial	20	0,08	9,00	2,67	2,07	0,14
	6	El Consuelo	24	0,10	9,00	2,52	2,11	0,13
	7	El Porvenir	20	0,08	10,00	3,00	2,13	0,14
	8	El Recreo	15	0,06	6,00	1,85	1,68	0,21
	9	El Aprecio	21	0,08	8,00	2,30	2,00	0,14
	10	La Pradera	16	0,06	8,00	2,53	2,01	0,14
	11	La Palmita	19	0,08	9,00	2,72	2,13	0,13
	12	Villa Elvira	15	0,06	9,00	2,95	2,08	0,14
Media			20,92	0,08	8,75	2,58	2,05	0,14
Desviación estándar			7,61	0,03	1,36	0,37	0,16	0,02

Fuente: Autores

Abundancia= *N*; Abundancia Relativa= *AR*; Riqueza específica= *S*; Diversidad Margalef= *DMg*; Equidad (Shannon-Wiener) = *H*; Dominancia (Simpson)= *D*

Con la información de los Índices de Diversidad de Margalef se tiene que las fincas “La Cortadera”, “El Porvenir” y “Villa Elvira”, presentan una intermedia biodiversidad, con Índice de Dominancia

(Simpson) bajo y un Índice de Equidad (Shannon-Wiener) de Diversidad biológica intermedia para estas fincas.

El análisis de clúster para los indicadores de biodiversidad en el municipio de Combita reveló cuatro agrupaciones principales de fincas (Figura 5). La primera agrupación en rojo está representada por la finca "El Recreo", que exhibe una baja riqueza específica de 6 especies, una diversidad de Margalef de 1.85, Equidad de Shannon-Wiener de 1.68 y un Índice de Dominancia de Simpson inferior a 1. En la segunda agrupación, en verde, se encuentran fincas como "La Reliquia", "El Manantial", "El Consuelo", "La Palmita" y "Villa Elvira", todas con una riqueza específica de 9 especies, indicando una diversidad intermedia para la zona, con valores de diversidad de Margalef entre 2.52 y 2.95, y un Índice de Equidad de Shannon-Wiener entre 2.07 y 2.13, mostrando un dominio muy bajo según el Índice de Dominancia de Simpson. La tercera agrupación, en azul, comprende fincas como "Miravalles", "El Aprecio" y "La Pradera", con una riqueza específica entre 8 y 9 especies, una diversidad de Margalef de 2.22 a 2.53, y un Índice de Equidad de Shannon-Wiener entre 1.86 y 2.01, reflejando una dominancia baja según el Índice de Simpson. En el grupo violeta, las fincas "El Provenir" y "La Castilla" muestran una riqueza específica de 10 especies, con valores de diversidad de Margalef y Equidad de Shannon-Wiener entre 2.39 a 3.00 y 2.13 a 2.20 respectivamente, y un bajo Índice de Dominancia, indicando una diversidad media en la comunidad vegetal de la zona de estudio.

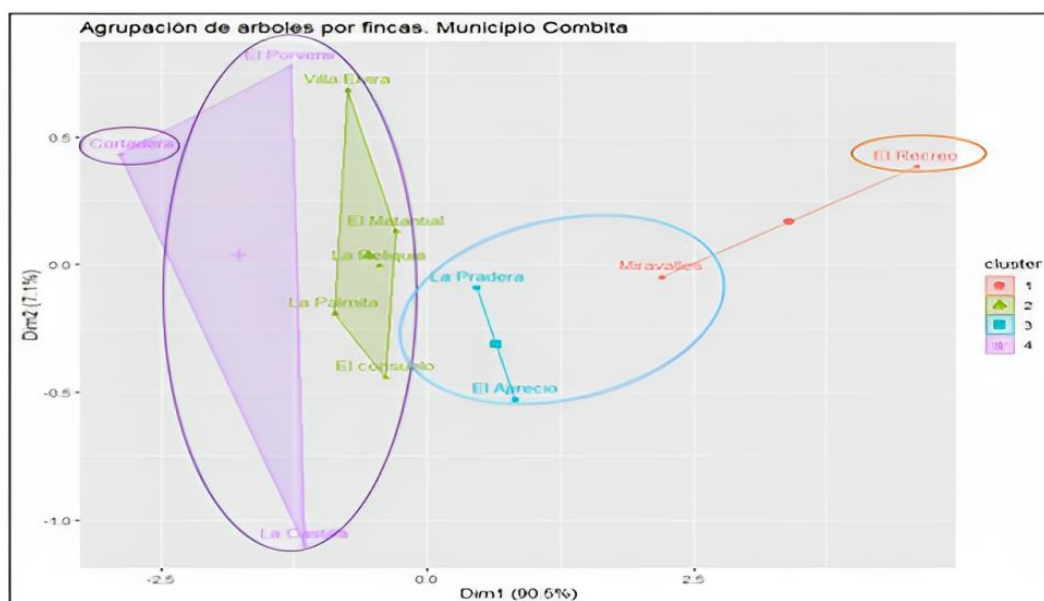


Figura 5. Agrupación de las fincas según indicadores de biodiversidad del municipio de Cóbbita (Fuente: Autores)

En el municipio de Panqueba, los indicadores de biodiversidad (Tabla 7) destacan dos áreas significativas. Primero, un 50% del área evaluada, que incluye fincas como "Los Piquetones", "Cuatro Esquinas", "La Rinconada", "El Recuerdo", "El Reposo" y "Santo Domingo", muestra valores de biodiversidad de 0.00, indicando que estas zonas están predominantemente dedicadas a la producción agrícola sin interacción significativa con especies forestales. En contraste, las fincas "Picachito" y "El Uvo" resaltan con valores de Diversidad de Margalef y Equidad de Shannon-Wiener entre 1.24 a 1.74 y 1.06 a 1.42 respectivamente, señalando una alta biodiversidad y una amplia variedad de hábitats dentro del área estudiada.

Tabla 7. Índices de biodiversidad de Panqueba.

Municipio	N°	Finca	<i>N</i>	<i>AR</i> (%)	<i>S</i>	<i>DMg</i>	<i>H</i>	<i>D</i>
Panqueba	1	Los Piquetones	2	0,01	1	0,00	0,00	1,00
	2	Laguna Ruchical	12	0,05	3	0,81	0,82	0,51
	3	Cuatro Esquinas	27	0,11	7	0,00	0,00	1,00
	4	Oreganillal	22	0,09	7	0,81	0,82	0,51
	5	Picachito	10	0,04	5	1,74	1,42	0,28
	6	El Uvo	5	0,02	3	1,24	1,06	0,36
	7	La Riconada	16	0,07	9	0,00	0,00	0,00
	8	El Carmen	12	0,05	7	0,56	0,45	0,72
	9	El Recuerdo	25	0,11	6	0,00	0,00	1,00
	10	El Reposo	38	0,16	13	0,00	0,00	0,00
	11	Santo Domingo	19	0,08	5	0,00	0,00	1,00
	12	El Tunó	48	0,20	10	0,33	0,33	0,82
		Media	19,67	0,08	6,33	0,46	0,41	0,60
		Desviación estándar	13,41	0,06	3,31	0,59	0,50	0,38

Fuente: Autores

Abundancia= *N*; Abundancia Relativa= *AR*; Riqueza específica= *S*; Diversidad Margalef= *DMg*; Equidad (Shannon-Wiener) = *H*; Dominancia (Simpson)= *D*

El análisis multivariado realizado para los indicadores de Biodiversidad, dio como resultado cuatro agrupaciones de fincas a partir de la similaridad presentada (Figura 6).

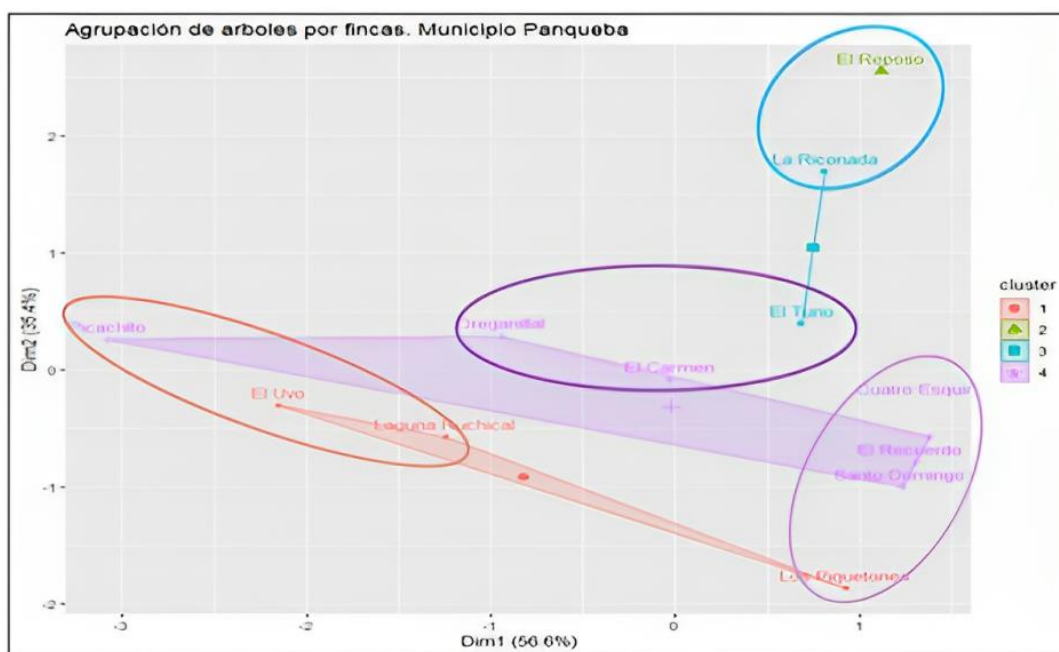


Figura 6. Agrupación de las fincas según indicadores de biodiversidad del municipio de Panqueba (Fuente: Autores)

En el análisis de biodiversidad para el municipio, se identificaron cuatro agrupaciones de fincas con distintos patrones. En la primera agrupación en rojo, que incluye a "Laguna Ruchical", "Picachito" y "El Uvo", se destacan valores de Riqueza Específica entre 3 y 5 especies, y una

diversidad de Margalef que varía de 0.81 a 1.74. La Equidad de Shannon se sitúa entre 0.82 y 1.42, indicando una distribución relativamente equitativa de especies, mientras que el Índice de Dominancia de Simpson es inferior a 1, señalando una baja dominancia de especies. En contraste, la segunda agrupación en verde se caracteriza por una única finca, "El Reposo", con una alta Riqueza Específica de 13 especies, pero con valores de 0.00 en los índices de diversidad y dominancia, indicando una falta de biodiversidad y diversidad de especies en el área. La tercera agrupación en azul, representada por "La Rinconada", muestra una Riqueza Específica de 9 especies y valores de 0.00 en los índices de diversidad y dominancia, sugiriendo una baja diversidad vegetal. Finalmente, el grupo violeta incluye fincas como "Cuatro Esquinas", "Oregonillal", "El Carmen", "El Recuerdo" y "Santo Domingo", con Riqueza Específica entre 5 y 7 especies y valores variados en los índices de diversidad y dominancia, reflejando una heterogeneidad en la biodiversidad del área de estudio.

En el análisis de biodiversidad para el municipio de Pesca (Tabla 8), se destacan varias fincas con distintos niveles de diversidad vegetal. La finca "Corazón" sobresale con una Abundancia de especies de 30 individuos y una Abundancia Relativa del 0.11%, junto con una alta Riqueza Específica de 12 especies. Además, presenta valores elevados en los Índices de Diversidad de Margalef (3.23) y Equidad de Shannon-Wiener (2.38), indicando una biodiversidad significativa y una distribución equitativa de especies. En contraste, la finca "Nocuata 1" muestra los valores más bajos con solo 4 especies de riqueza, un Índice de Diversidad de Margalef bajo (menor a 1.17), y valores de Equidad (Shannon-Wiener) y Dominancia (Simpson) que sugieren una baja diversidad y una comunidad vegetal menos equilibrada. Estos hallazgos resaltan la variabilidad en la biodiversidad vegetal dentro del municipio, crucial para la gestión y conservación de los recursos naturales en la región.

Tabla 8. Índices de biodiversidad de Pesca.

Municipio	N°	Finca	<i>N</i>	<i>AR</i> (%)	<i>S</i>	<i>DMg</i>	<i>H</i>	<i>D</i>
Pesca	1	Tintal	38	0,1479	10	2,474	2,070	0,155
	2	Chaguata	13	0,0506	5	1,559	1,591	0,207
	3	Chaguata Alta	22	0,0856	10	2,912	2,174	0,128
	4	Corazón	30	0,1167	12	3,234	2,387	0,100
	5	Rural	22	0,0856	9	2,588	2,011	0,157
	6	El Hato	13	0,0506	6	1,949	1,672	0,207
	7	Chabiga Centro	28	0,1089	10	2,701	2,227	0,115
	8	Nocuata 1	13	0,0506	4	1,170	1,332	0,278
	9	Nocuata	17	0,0661	7	2,118	1,895	0,156
	10	Suaneme	22	0,0856	8	2,265	2,051	0,132
	11	Llano Grande	29	0,1128	10	2,673	2,100	0,146
	12	Santa Bárbara	10	0,0389	6	2,171	1,609	0,240
		Media	21,42	0,08	8,08	2,32	1,93	0,17
		Desviación estándar	8,60	0,03	2,47	0,58	0,31	0,05

Fuente: Autores

Abundancia= *N*; Abundancia Relativa= *AR*; Riqueza específica= *S*; Diversidad Margalef= *DMg*; Equidad (Shannon-Wiener) = *H*; Dominancia (Simpson)= *D*.

El análisis multivariado realizado para los indicadores de Biodiversidad, dio como resultado cuatro agrupaciones de fincas a partir de la similaridad presentada (Figura 7).

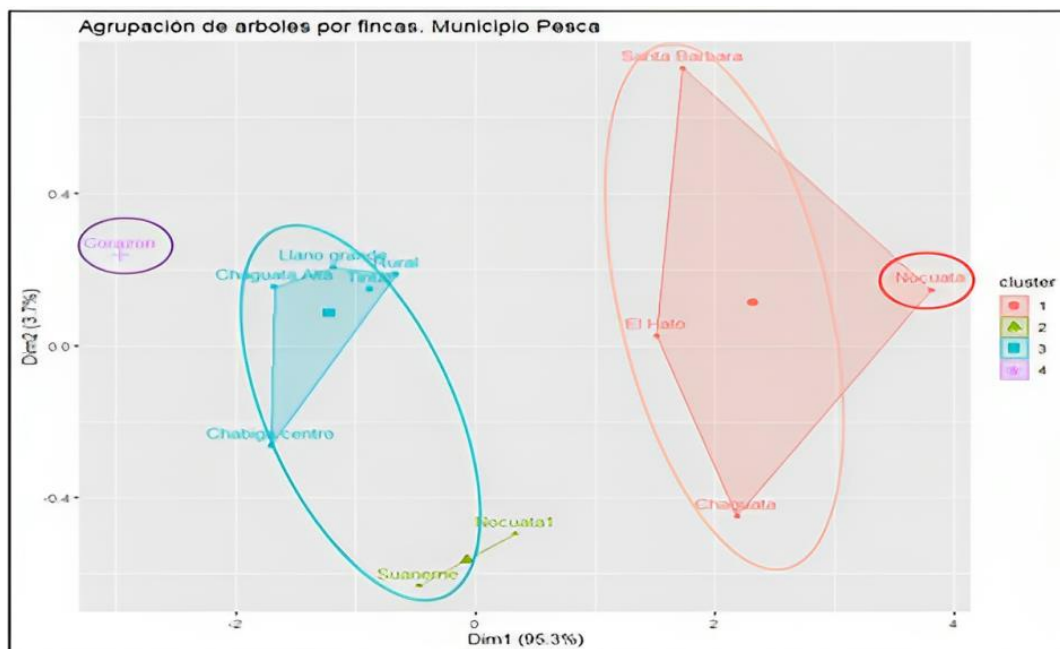


Figura 7. Agrupación de las fincas según indicadores de biodiversidad del municipio de Pesca
(Fuente: Autores)

En el análisis de biodiversidad para el municipio basado en la información de la Tabla 8, se identifican cuatro grupos de fincas con distintos niveles de diversidad vegetal. En la primera agrupación en color rojo, las fincas como “Chaguata”, “El Hato”, “Nocuata” y “Santa Bárbara” exhiben una riqueza específica modesta entre 5 y 7 especies, con una diversidad de Margalef que varía entre 1.55 y 2.17, y una Equidad de Shannon-Wiener entre 1.59 y 1.89. El Índice de Dominancia de Simpson inferior a 1 sugiere una comunidad vegetal relativamente equilibrada. En contraste, la finca “Corazón” en el grupo violeta destaca con una alta riqueza específica de 12 especies, una diversidad de Margalef de 3.23, y una Equidad de Shannon-Wiener de 2.38, indicando una notable biodiversidad y una distribución equitativa de especies en comparación con las otras agrupaciones. Estos resultados subrayan la variabilidad en la biodiversidad vegetal dentro del municipio de Pesca, destacando áreas con potencial para conservación y manejo sostenible de recursos naturales.

El número de familias identificadas en las zonas de estudio oscila entre 15 - 20 y los géneros entre 17 – 35, de estos, las familias presentes en todos los municipios fueron Rosaceae, Myrtaceae, Fabaceae, Betulaceae y Adoxaceae. Entre tanto, en la zona de estudio se encontraron familias únicas por municipio (Tabla 9); esto, de acuerdo con Walte-Vega et al (2017) debido a la altitud, el ecosistema y el relieve son factores que se relacionan significativamente con cambios en la riqueza específica de las comunidades del bosque húmedo de montaña.

Tabla 9. Presencia de familias exclusivas en los municipios.

Familia	Municipio
Cordiaceae, Hypericaceae, Onagraceae, Polygonaceae	Aquitania
Clusiaceae, Cunoniaceae, Meliaceae	Belén
Rutaceae	Busbanzá
Anacardiaceae, Euforbiaceae, Malpigiaceae	Panqueba
Ericaceae, Sapindaceae	Pesca

Fuente: Autores

También se determinó que el municipio con más familias, géneros y especies presentes fue Belén, seguido de Aquitania y Cómbita y los menores valores de estas variables fueron en los municipios de Busbanzá seguido de Panqueba (Figura 8).

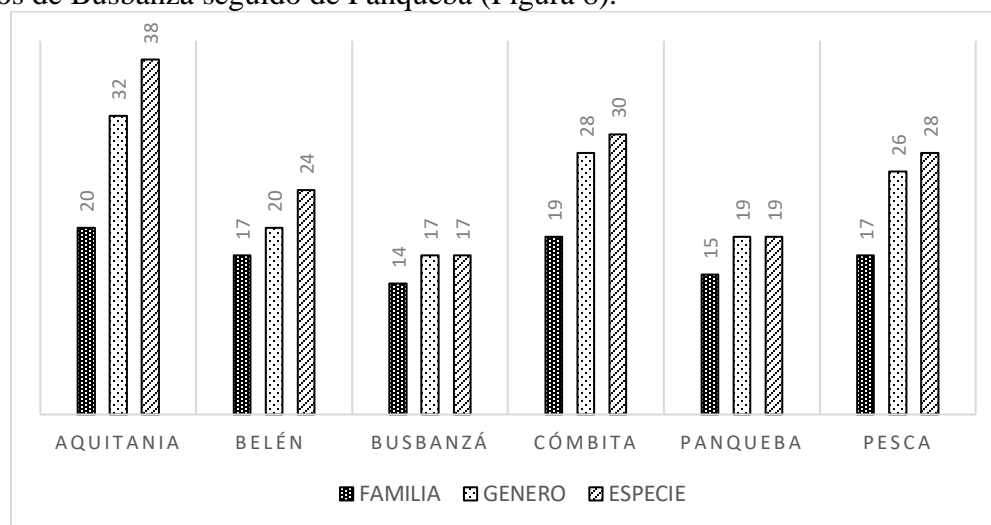


Figura 8. Número de Familias, géneros y especies por municipio (Fuente: Autores)

En el reconocimiento de familias por municipio (según Figura 8), para Aquitania fueron identificadas 20 familias, con 32 géneros y 38 especies forestales. De ellas se destaca la familia Solanaceae con 7 especies, seguida de las familias Adoxaceae, Asteraceae, Fabaceae, Melastomataceae y Rosaceae cada una de ellas con 3 especies. Para Belén se identificaron 17 familias con 20 géneros y 24 especies forestales, donde por frecuencia sobresalen las familias Rosaceae con 7 especies, Myrtaceae con 4 especies, Adoxaceae, Asteraceae y Solanaceae cada una de ellas con 3 especies.

En el municipio de Busbanzá se identificaron 14 familias con 17 géneros y 17 especies, donde se resaltan las familias Myrtaceae con 3 especies y Fabaceae con 2 especies. Para el municipio de Cómbita se identificaron 19 familias con 28 géneros y 30 especies, donde se destacan las familias Rosaceae con 6 especies, seguida de la familia Solanaceae con 5 especies. En Panqueba se identificaron 15 familias con 19 géneros y 19 especies forestales, resaltando las familias Myrtaceae con 4 especies y Fabaceae con 3 especies. En el municipio de Pesca se identificaron 17 familias, 26 géneros y 28 especies, destacando las familias Rosaceae con 6 especies y Solanaceae con 4 especies.

Se espera que el ecosistema originario del área de estudio se recupere debido al impacto de la deforestación por tala y quema; Estas prácticas, así como la agricultura intensiva o semi-intensiva, contribuyen al daño (Valdez, C. G, *et al*, 2018).

En 2010, Boyacá tenía 1,32Mha de cobertura forestal, que ocupaba el 57% de su superficie terrestre. Para 2020, perdió 1,02 kha de cobertura forestal, lo que equivale a 533 000 toneladas de emisiones de CO₂. Durante el periodo comprendido desde el 2001 al 2020, el departamento de Boyacá perdió 3,89 ha de bosque primario húmedo en promedio, lo cual representa una pérdida del 11 % de cobertura forestal para dicho período (Global Forest Watch, 2014).

Conclusiones

En el estudio realizado en Boyacá, se identificaron 34 familias botánicas que abarcan 62 géneros y 76 especies, totalizando 169 individuos entre plantas forestales y arbustivas. Las familias

Rosaceae, Solanaceae y Myrtaceae se destacaron con el mayor número de especies e individuos. Algunas familias como Cordiaceae y Hypericaceae se hallaron exclusivamente en Aquitania, mientras que otras como Clusiaceae y Cunoniaceae fueron exclusivas de Belén, lo cual refleja la influencia de las condiciones agroecológicas locales. Los índices de biodiversidad mostraron que el 16.7% del área presenta una alta diversidad, el 50% una diversidad intermedia y el 33% una baja, sugiriendo una perturbación antropogénica debido a la agricultura. El Índice de Equidad (Shannon-Wiener) indicó que el 50% de la zona es medianamente diversa, con el 33% de baja diversidad y el 16.7% de muy baja diversidad. Según el Índice de Dominancia (Simpson), el 83% de la comunidad vegetal tiene baja diversidad y el 17% tiene diversidad media. Las fincas evaluadas fueron agrupadas en diferentes clústeres de biodiversidad en función de su variabilidad, identificándose cuatro agrupaciones en Aquitania, Busbanzá, Cómbita, Panqueba y Pesca, y tres en Belén.

Referencias bibliográficas

- Batis, B. V., González, L. C., Blanco, Y. G. P., Sosa, M. R., Perea, Y. E., Mustelier, M. R., ... & Lorenzo, D. R. V. (2016). Diversidad de especies vegetales en fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba. *Agrisost*, 22(2), 1-23.
- Beltrán-Rodríguez, L., Valdez-Hernández, J. I., Luna-Cavazos, M., Romero-Manzanares, A., Pineda-Herrera, E., Maldonado-Almanza, B., ... & Blancas-Vázquez, J. (2018). Estructura y diversidad arbórea de bosques tropicales caducifolios secundarios en la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89(1), 108-122. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.1.2004>
- Benítez, D. M. (2016). Composición florística de árboles de la finca agroecológica de Zamorano, Valle El Yeguaré, Honduras.
- Burbano, A., Apugllón, S., & Burbano, D. (2014). Inventario dendrológico del ecosistema de bosque Jacarón, cantón Colta, provincia de Chimborazo, Ecuador. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 17(34). <https://doi.org/10.15381/iigeo.v17i34.11382>
- Castellanos González, L., González Pedraza, A. F., & Capacho Mogollón, A. E. (2019). Influencia de los sistemas agroforestales del Proyecto Plantar sobre la macrofauna del suelo. *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 17(3).
- Costanza, J. K., Faber-Langendoen, D., Coulston, J. W., & Wear, D. N. (2018). Classifying forest inventory data into species-based forest community types at broad extents: exploring tradeoffs among supervised and unsupervised approaches. *Forest Ecosystems*, 5(1), 1-17.
- Graciano-Ávila, G., Aguirre-Calderón, Ó. A., Alanís-Rodríguez, E., & Lujan-Soto, J. E. (2017). Composición, estructura y diversidad de especies arbóreas en un bosque templado del Noroeste de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(12), 535-542. <https://doi.org/10.19136/era.a4n12.1114>
- Gómez Bustamante, E., Severiche Sierra, C., & Cogollo Milanes, Z. (2020). Modelo Logit para la asociación de las condiciones económicas, sociodemográficas, psicosociales y de salud en recicladores de residuos sólidos urbanos. *Aglala*, 11(1), 337-347. Recuperado a partir de <https://revistas.uninunez.edu.co/index.php/aglala/article/view/1592>
- Guanche, L. H., Baños, Y. S., Dueñas, Y. D., Hernández, A. A., & Carballo, R. H. (2020). Diversidad y usos de la vegetación arbórea en agroecosistemas urbanos de Pinar del Río, Cuba. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 148-152.
- Henao-Cárdenas, M. M. (2018). Riqueza florística y recambio de especies en la vertiente orinoquense de los Andes, Colombia. *Colombia Forestal*, 21(1), 18-33.

- Hernández-Salas, J., Aguirre-Calderón, Ó. A., Alanís-Rodríguez, E., Jiménez-Pérez, J., Treviño-Garza, E. J., González-Tagle, M. A., ... & Domínguez-Pereda, A. (2013). Efecto del manejo forestal en la diversidad y composición arbórea de un bosque templado del noroeste de México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 19(2), 189-200.
- Instituto Humboldt. (s.f.). Biota colombiana. Recuperado el 30 de mayo de 2021, de [http://www.humboldt.org.co/images/Atlas%20de%20paramos/Biota13\(2\)-Bosque_Seco.pdf](http://www.humboldt.org.co/images/Atlas%20de%20paramos/Biota13(2)-Bosque_Seco.pdf)
- Jiménez, J., Aguirre, O., & Kramer, H. (2001). Análisis de la estructura horizontal y vertical en un ecosistema multicohortal de pino-encino en el norte de México. *Investigaciones Agrarias: Sistema de Recursos Forestales*, 10(2), 355-366.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press.
- Medrano, M. M. J., Hernández, F. J., Corral, R. S., & Nájera, L. J. A. (2017). Tree diversity at different altitude levels in the El Salto, Durango región. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 8(40), 57-68. Recuperado el 29 de mayo de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322017000200057&lng=es&tlng=en
- Mendoza, Z. A. (2013). Guía de métodos para medir la biodiversidad. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja, Loja-Ecuador, 37(6), 82.
- Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C., & Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (*Quercus L.*) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(35), 68-75.
- Morales-Sánchez, C. O. (2019). Distribución, abundancia y estructura de la vegetación del sotobosque en la región del Golfo Dulce, Costa Rica (Tesis de Licenciatura en Biología con énfasis en Biosistemática, Universidad de Costa Rica, Escuela de Biología). San José, Costa Rica.
- Moreno, C. E. (2000). Métodos para medir la biodiversidad. Volumen 1. Manuales y Tesis SEA.
- Parra-O., C. (2014). Sinopsis de la familia Myrtaceae y clave para la identificación de los géneros nativos e introducidos en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 38(148), 261–277. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.128>
- Ruiz Cabezas, M., García Moreno, A., Martínez Zabaleta, M., & Vidal Tovar, C. (2020). La gestión del conocimiento en las empresas cooperativas. *Conocimiento Global*, 5(2), 53-69. Recuperado a partir de <https://conocimientoglobal.org/revista/index.php/cglobal/article/view/103>
- Sánchez Castillo, V., Peláez Rodríguez, M., & López de Parra, L. (2021). Valoración del territorio para el fomento del turismo: una aproximación desde los actores en cuestión. *Conocimiento Global*, 6(2), 247-261. Recuperado a partir de <https://conocimientoglobal.org/revista/index.php/cglobal/article/view/205>
- Segovia, R. A., Pennington, R. T., Baker, T. R., De Souza, F. C., Neves, D. M., Davis, C. C., ... & Dexter, K. G. (2020). Freezing and water availability structure the evolutionary diversity of trees across the Americas. *Science Advances*, 6(19), eaaz5373.
- Stevenson, P. R., Ramírez, M. A., Casas, L. F., & Henao-Díaz, F. (2017). Forestación de bosques en sabanas de la altillanura colombiana: relevancia de las condiciones ambientales para el establecimiento de plántulas. *Biota Colombiana*, 18(1 Sup), 99–109. <https://doi.org/10.21068/c2017.v18s01a06>

- Valdez, C. G., Guzmán, M. A., Valdés, A., Forougbakhch, R., Alvarado, M. A., & Rocha, A. (2018). Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México. *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1674-1682.
- Van Hop, N., Van Quy, N., Quoc, B. H., & Luong, N. T. (sin fecha). Relationship between plant biodiversity and carbon stocks in evergreen broad-leaved forests in the Central Highlands.
- Walte-Vega, J. K., García-Romero, A., Manzo-Delgado, L. L., & López-García, J. (2017). «Factores de distribución de las comunidades del bosque húmedo de montaña. Volcán Cofre de Perote, México», *BOSQUE*, 38(1), pp. 29–39. doi: 10.4067/S0717-92002017000100004.