

Composición florística del matorral luego de incendios forestales en el sur del Ecuador



Uso del fuego en tierras de vocación forestal.



AUTORIDADES

Nikolay Aguirre Ph.D

Rector

Universidad Nacional de Loja

Mónica Pozo Ph.D

Vicerrectora

Universidad Nacional de Loja

COMITÉ EDITORIAL

Zhofre Aguirre Ph.D.

Director General

*Facultad Agropecuaria y de
Recursos Naturales Renovables*

Vinicio Alvarado Jaramillo Mg.Sc.

Editor Responsable

*Facultad Agropecuaria y de
Recursos Naturales Renovables*

Johanna Muñoz Mg.Sc.

Editor de Sección

*Facultad Agropecuaria y de
Recursos Naturales Renovables*

**Editorial: Universidad
Nacional de Loja**

PAGINA ELECTRONICA

<http://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/index>

CONSEJO EDITORIAL

PhD Jan Barkmann Georg-August

Universitat Gottingen, Germany

PhD Byron Maza Rojas

Universidad Regional Amazónica- IKIAM, Ecuador

PhD Ali Saleh

Instituto de Texas-TIAER, Tarleton State University

PhD. Tania Delgado Cueva

Universidad Nacional de Loja

PhD. Alberto Julca Otiniano

Universidad Nacional Agraria La Molina - Perú

PhD. Patricio Castro Quezada

Universidad de Cuenca

PhD. Mario Añazco Romero

Universidad Técnica del Norte

MSc. José Alberto Oaillacar Silva

Universidad de Los Lagos, Chile

MSc. Rodrigo Contento

CRIFOR

MSc. Oswaldo Jadán Maza

Universidad de Cuenca

Dr. José Sánchez Fonseca

Universidad Guantánamo, Cuba

MSc. Jaime Santín Calva

Universidad Nacional de Loja

MSc. Byron Palacios Herrera

Universidad Nacional de Loja

MSc. Juan Maita Chamba

Universidad Nacional de Loja

MSc. Víctor Eras Guamán

Universidad Nacional de Loja

Ing. Vladimir Placencia

Ministerio del Ambiente Ecuador

Una mirada a los Incendios Forestales en Ecuador

Las noticias de incendios forestales en los últimos años han llenado varias páginas y ocupado el primer lugar en muchos titulares de la prensa local, nacional e internacional. Sin duda, los incendios forestales se han convertido en una de las amenazas más fuertes a la biodiversidad de los ecosistemas, no solamente por su intensidad sino por la frecuencia con la que se presentan. Los incendios forestales pueden ser originados por causas naturales o antropogénicas; no obstante, el 99 % son provocados por el ser humano. Muchos investigadores coinciden que son uno de los factores de perturbación ecológica y de transformación del paisaje que más afecta a los ecosistemas terrestres.

Según el Informe de Situación Nro.07 de Incendios Forestal a nivel nacional 2022, del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencia, hasta la fecha se han registrado un total de 994 incendios forestales que han ocasionado la pérdida de 5 060,94 hectáreas de cobertura vegetal, siendo la época seca cuando más ocurren este tipo de eventos. Los efectos de los incendios forestales en su mayoría son devastadores y con graves secuelas en los ámbitos ecológicos, económicos y sociales. Como ejemplos, algunos de los principales efectos se pueden evidenciar en la composición, estructura, diversidad, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas con resultados a corto, mediano y largo plazo; lo que se traduce en una afectación a la funcionalidad ecosistemas, especies vegetales y animales, su reproducción y desarrollo.

A pesar de los efectos negativos que pueden provocar los incendios forestales, también es conocido que existen ecosistemas y especies que necesitan del fuego para su supervivencia ya que forma parte de su dinámica, por lo tanto, como sociedad y academia es necesario estudiar el comportamiento del fuego desde la perspectiva de su manejo, esto quiere decir que aún es necesario generar información que permita comprender los procesos ecológicos que se ven afectados, el tipo de material combustible que facilita la propagación, el tiempo de recuperación, los impactos al suelo y a la regulación hídrica, las alteraciones a los medios de vida de la gente, la cosmovisión asociada a su uso.

Por lo anteriormente descrito, es prioritario cambiar el enfoque con el que se estudia el fuego, pasar de lo tradicional a un enfoque más adaptativo que integre, más allá del combate de incendios forestales, el fortalecimiento de la política pública, la educación ambiental, el fortalecimiento de capacidades locales, el equipamiento y la promoción de buenas prácticas agropecuarias, así como la generación de conocimientos ecológicos y funcionales de los ecosistemas. El fuego debe convertirse en un aliado y su manejo debe realizarse desde un punto de vista integral; La Universidad Nacional de Loja es parte de algunos esfuerzos para investigar la gestión del fuego, así generar conocimientos que permitan diseñar estrategias de recuperación, restauración y manejo de ecosistemas perturbados que incluya la visión científico técnica y la cosmovisión de las poblaciones circundantes.

Johana Muñoz Ch.

ÍNDICE

Identificación de tipos funcionales de plantas en el bosque andino del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” Johana Muñoz, Henry Cuenca, Luis Muñoz-Chamba, Zhofre Aguirre	1
Composición y diversidad florística del matorral andino afectado por incendios forestales en el sur del Ecuador Luis Muñoz-Chamba, Evelyn Ulloa, Johana Muñoz, Zhofre Aguirre	13
Utilización de especies vegetales en los recintos San Ramón y Sántima del cantón Quinindé – Esmeraldas Alfredo Jiménez-González, Kerlly Macías-Ruiz, Elen Sánchez-Cisneros, Ginger Pionce-Andrade	26
Uso del fuego en tierras de vocación forestal del cantón Jipijapa, Manabí, Ecuador Tayron Manrique-Toala, Marcos Ramos-Rodríguez, Gabriel De La Cruz-Rosales, Yulexy Tigua-Pinela, Stalin Pincay-Ortega	40
Pruebas de torsión dinámica de madera sólida y de multimaterial de <i>Fagus crenata</i> Israel Macedo-Alquicira, Juan Bedolla-Arrollo, David Raya-González, José Rutiaga-Quiñones, Francisco Castro-Sánchez, Javier Sotomayor-Castellanos	52
Diversidad arbustiva, herbácea y de epifitas del bosque montano de las reservas naturales: Tapichalaca y Numbala, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe Deicy Lozano, Celso Yaguana, Zhofre Aguirre	62

INDEX

Identification of plants functional types in the Andean forest of the Parque Universitario “Franciso Vivar Castro” Johana Muñoz, Henry Cuenca, Luis Muñoz-Chamba, Zhofre Aguirre	1
The floristic composition and diversity of the Andean matorral had been affected by wildfires in southern Ecuador Luis Muñoz-Chamba, Evelyn Ulloa, Johana Muñoz, Zhofre Aguirre	13
Use of plant species in the San Ramón and Sántima enclosures of the Quinindé – Esmeraldas canton Alfredo Jiménez-González, Kerlly Macías-Ruiz, Elen Sánchez-Cisneros, Ginger Pionce-Andrade	26
Fire use in forestry vocation lands of Jipijapa canton, Manabí, Ecuador Tayron Manrique-Toala, Marcos Ramos-Rodríguez, Gabriel De La Cruz-Rosales, Yulexy Tigua-Pinela, Stalin Pincay-Ortega	40
Dynamic torsion testing of solid wood and multimaterial of <i>Fagus crenata</i> Isarael Macedo-Alquicira, Juan Bedolla-Arrollo, David Raya-González, José Rutiaga-Quiñones, Francisco Castro-Sánchez, Javier Sotomayor-Castellanos	52
Shrub, herbaceous and epiphytic diversity of the montane forest of the natural reserves: Tapichalaca and Numbala, canton Palanda, province of Zamora Chinchipe Deicy Lozano, Celso Yaguana, Zhofre Aguirre	62

Identificación de tipos funcionales de plantas en el bosque andino del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”

Identification of plants functional types in the Andean forest of the Parque Universitario “Franciso Vivar Castro”

Johana Muñoz ^{1*} 

Henry Cuenca ²

Luis Muñoz-Chamba ^{1,3} 

Zhofre Aguirre ^{1,3} 

¹Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.

²Consultor independiente. Loja, Ecuador.

³Herbario Reinaldo Espinosa. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.

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

DOI: <https://doi.org/10.54753/blc.v12i2.1618>

Recibido: 06/10/2022

Aceptado: 17/11/2022

RESUMEN

La identificación de tipos funcionales de plantas basados en rasgos funcionales, permite entender la respuesta que presenta la vegetación a factores ambientales que se dan dentro de una zona o ecosistema a través del estudio de la ecología funcional, convirtiéndose en una nueva forma de abordar la biodiversidad desde otro punto de vista. El objetivo de investigación fue estudiar los tipos funcionales de plantas que existen en la zona de mejor estado de conservación del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” con base a la descripción de rasgos funcionales en las especies vegetales. Se analizó 34 especies vegetales que fueron seleccionadas por criterios de abundancia en una parcela permanente, en donde se categorizó cuatro rasgos funcionales: altura máxima, fenología foliar, hábito de crecimiento y agente dispersor, con la información proporcionada se estructuró una matriz de rasgos y se determinó los tipos funcionales de plantas a través de un análisis multivariado. Las especies representativas por su abundancia fueron *Palicourea amethystina*, *Phenax laevigatus* y *Hedyosmum scabrum*. El rasgo morfológicos de altura mostró un rango entre 6 a 14 m; el rasgo de fenología foliar, el 88,24 % de las especies presentan fenología perennifolia y un 11,76 % se clasifica como caducifolio; en la dispersión de semillas, el 17,65 % se refiere a especies que presentan una dispersión anemócora y un 82,35 % semillas realizada por animales zoócora, siendo esta la categoría más representativa para la asociación de los grupos. Se determinó dos tipos funcionales de plantas; TFP1 se denomina como grupo Perennifolio con dispersión zoócora y, al TFP2 como grupo semiperennifolio con dispersión Anemócora – Zoócora.. Este estudio mostró que a través de rasgos se puede analizar y entender las relaciones funcionales y ecológicas que ocurren dentro de una comunidad vegetal.

Palabras claves: Biodiversidad, rasgos funcionales, grupos funcionales, ecología funcional.

ABSTRACT

Identifying plants functional types based on functional traits allows a better understanding of the response of vegetation to various environmental factors that occur within an area or ecosystem through the study of functional ecology, becoming a new way to approach biodiversity from another point of view. The present research seeks to generate information on the functional plant types in the area of the better conservation status of the Francisco Vivar Castro University Park based on the description of functional traits in plant species. We analyzed 34 plant species by abundance criteria in a permanent plot, where four functional characteristics were categorized: maximum height, foliar phenology, growth habit, and dispersing agent; with the information provided, a matrix of features was structured, and using multivariate analysis we determined two functional plant types. The most representative species for their abundance were *Palicourea amethystina*, *Phenax laevigatus*, and *Hedyosmum scabrum*. The height trait showed a range between 6 to 14 m, while in the foliar phenology trait, 88.24 % of the species are evergreen phenology, and 11.76 % are deciduous. Seed dispersal showed that 17.65 % refers to species with current anemochorous distribution and 82.35 % seeds carried out by zoochorous animals, the most representative category for the association of the groups. We determined two functional plant types: TFP1 with perennial species with zoochorous dispersal and TFP2 with a Semiperennial species with an anemochorous - zoochorous distribution. This study showed that traits make it possible to analyze and understand the functional and ecological relationships that occur within a plant community.

Key words: Biodiversity, functional traits, functional groups, functional ecology.

INTRODUCCIÓN

Ecuador es uno de los países con mayor importancia biológica y ecológica, debido a su biodiversidad, la cual se debe, entre otros aspectos, a la presencia de la cordillera de los Andes que atraviesa el país de norte a sur, dando origen a pisos altitudinales únicos, los cuales poseen su propio microclima y tipo de suelo, siendo la flora y fauna muy distinta en las estribaciones tanto orientales como occidentales (Hooper et al., 2005; Mace, Norris y Fitter, 2012; Aguirre et al., 2017).

El análisis y estudio de la biodiversidad se ha realizado con una visión tradicional, enfocada directamente a la descripción de las especies, dejando otros componentes de estudio como el papel funcional que realizan a lo largo del tiempo dentro de un bosque. Por ello es necesario aplicar un nuevo enfoque a través de la ecología funcional, que permite diagnosticar y predecir el funcionamiento de una comunidad ecosistémica basado en el análisis de diferentes atributos presentes en las especies; además, de realizar un manejo adecuado de los bienes y servicios ambientales que proveen.

El estudio de la ecología funcional, se convierte en una herramienta para evaluar la vulnerabilidad en la cual se encuentra una comunidad ecológica, a través del agrupamiento y funcionalidad de las especies que lo conforman (Walker, 1992; 1995). Uno de los criterios principales que se considera para su estudio es la abundancia de especies (Díaz y Cabido, 2001; McGill et al., 2006), así como atributos tanto morfológicos, fisiológicos y/o fenológicos, que son medibles de manera individual siendo evaluados desde un nivel celular hasta el nivel de un organismo (Lavorel y Garnier, 2002; Cornelissen et al., 2003 y Violle et al., 2007), y que pueden ser agrupados por tipos funcionales. La agrupación de especies con base a la similitud de los rasgos funcionales es uno de los principales métodos para el estudio de la diversidad funcional (Tilman et al., 1997). La clasificación de especies en gremios para ser agrupados en tipos funcionales se basa en la similitud de las características biológicas y ecológicas de las especies de una comunidad (Gitay et al., 1996), para lo cual se requiere entre otros aspectos:

definir el criterio con el que serán clasificados, el tipo de comunidad biológica que se pretende estudiar, las funciones clave que se van a evaluar y elegir los rasgos funcionales que mejor describan la función de interés. Cada una de las decisiones repercute en la predicción de los grupos funcionales por lo que es necesario utilizar información biológica adicional (Fonseca y Ganade, 2001; Dumay et al., 2004; Córdova y Zambrano 2015).

Conocer la funcionalidad de las especies en los ecosistemas constituye un requerimiento básico si se desea diseñar estrategias de manejo y de conservación a largo plazo, por lo que es necesario enfatizar en el desarrollo de investigaciones que busquen explicar la funcionalidad de las especies, los efectos que tiene la pérdida o la adición de especie, la relación de los factores ambientales en su desarrollo, las relaciones a nivel inter e intra específico, procesos como la regeneración natural y de dispersión de sus semillas, aspectos que aportarán para comprender su ecología y generar información que contribuya a detener el proceso de degradación y deforestación que enfrentan los ecosistemas de manera global.

La presente investigación es parte del proyecto de investigación institucional: Procesos ecológicos de la vegetación en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, Universidad Nacional de Loja. Fase III, que busca generar conocimientos sobre los tipos funcionales de plantas que existen en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” con base a la descripción de rasgos funcionales que se pueden monitorear en las especies vegetales para su manejo y conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), ubicado a 5 km del centro de la ciudad de Loja, propiedad de la Universidad Nacional de Loja, ubicado en las coordenadas UTM: 700 592 – 9 554 223 N, 700 970 – 9 553 139 S – 701 309 – 9 553 171 E, 699 961 – 9 554 049 W (Aguirre et al., 2016). En la Figura 1, se observa la ubicación del PUFVC.

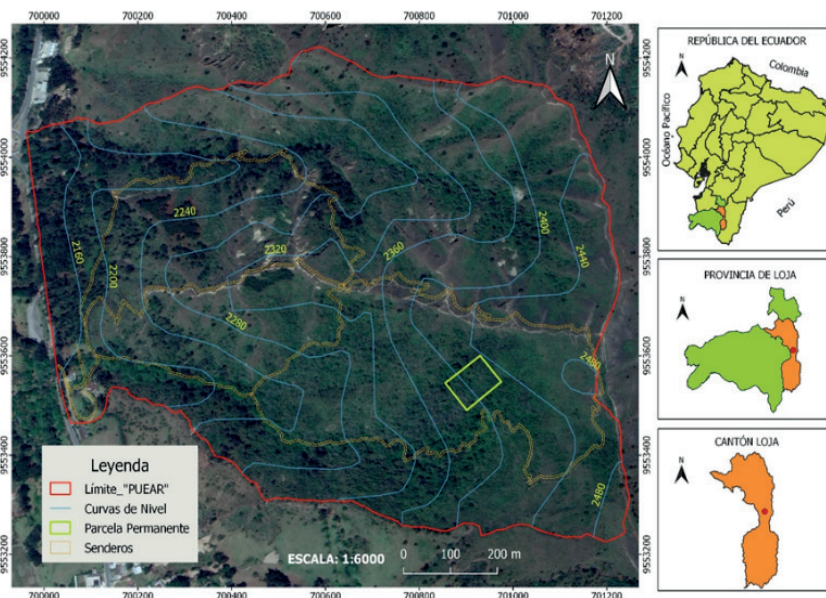


Figura 1. Zona del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” en donde se puede observar la parcela permanente instalada.

Identificación y descripción de rasgos funcionales a través de atributos morfológicos, fenológicos y fisiológicos

Se trabajó con la información generada por Aguirre et al. (2017) dentro de una parcela permanente de una hectárea que se instaló en el bosque andino con mejor estado de conservación del PUFVC, donde se levantó información de la composición florística de las especies con un diámetro mayor a 5 cm de DAP.

Los atributos morfológicos, fenológicos y fisiológicos utilizados en la identificación de rasgos funcionales fueron para las especies vegetales que presentaron mayor abundancia, excluyendo a aquellas con menos de tres individuos por hectárea. Se categorizó cuatro rasgos funcionales: altura máxima, fenología foliar, hábito de crecimiento y agente dispersor, siguiendo las recomendaciones de Casanoves et al. (2011). Las explicaciones de los rasgos funcionales usados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Metodología de los rasgos funcionales evaluados.

Rasgo funcional	Descripción	Tipo de información	Instrumento o fuente de medición	Unidad de medida
Altura máxima (Amax)	Altura máxima o total de las especies seleccionadas	Primaria	Hipsómetro	Metros
Fenología foliar (FenFol)	Estado fenológico de las especies seleccionadas.	Primaria y secundaria	Recorridos cada 15 días por tres meses, fuentes bibliográficas, consulta a especialistas botánicos.	Categoría: (1) Perennifolias, (2) Caducifolias, (3) Semi-perennifolia
Hábito de crecimiento (HabCr)	Se refiere a la forma general de la planta como parte de la estructura del bosque	Información secundaria	Trópicos, The plant list, Catálogo de plantas vasculares del Ecuador, artículos científicos	Categorías: (1) Árboles y (2) Arbustos
Agente Dispersor (AgDis)	Tipo de dispersión de las semillas de las especies de acuerdo con características morfológicas del tipo de fruto de las especies	Información primaria y secundaria	Recorridos cada 15 días por tres meses. Fuentes bibliográficas y consulta a expertos botánicos.	Categorías: (1) Anemocoria (viento), (2) Zoocoria (animales),

La consulta a expertos se realizó a través de una lista de chequeo donde se registró todas las características morfológicas, fenológicas y de dispersión, utilizando el Método Delphi como técnica para la recolección de información (Reguant y Torrado, 2016). Una de las ventajas del método Delphi es que no revela las fuentes que dieron su criterio, dando así una seguridad de confidencialidad a los datos (Ruiz et al., 2012).

Determinación y caracterización de los tipos funcionales (TFP)

Con la información proporcionada se estructuró una matriz de rasgos, se determinó los tipos funcionales de plantas a través de un análisis multivariado, para lo cual se realizó un análisis de conglomerados por medio de un dendrograma a partir de una matriz de objetos (especies) y atributos (rasgos). El análisis de Conglomerados o Clúster permitió identificar grupos de objetos con características semejantes

entre sí, además de los objetos pertenecientes a grupos diferentes que tuvieron un comportamiento distinto con respecto a las variables evaluadas (Salvador, 2001). Se utilizaron diferentes métodos y distancias y se seleccionó al que mayor coeficiente cofenético presentó (Chauza y Villa, 2011; Lodoño et al., 2007). Una vez conformados los grupos se procedió a identificar cuál de las variables analizadas proporciona o define a los grupos, para ello se realizó un análisis de componentes principales (ACP). Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico InfoStat (2018).

RESULTADOS

Rasgos funcionales de las especies vegetales a través de atributos morfológicos, fenológicos y fisiológicos

En la zona de estudio, se seleccionó 34 especies vegetales agrupadas en 25 familias botánicas, donde las familias con mayor representación de especies fueron Rubiaceae y Araliaceae.

Las especies más representativas por su abundancia fueron *Palicourea amethystina* con 165 ind/ha, seguida de *Phenax laevigatus* con 142 ind/ha y *Hedyosmum scabrum* con 93 ind/ha, mientras que dentro de las especies que presentan menor abundancia se encuentra *Eugenia orthostemon* con 3 ind/ha. En la Figura 2, se muestra la curva de Witthaker que representa los rangos de abundancia de las especies más representativas.

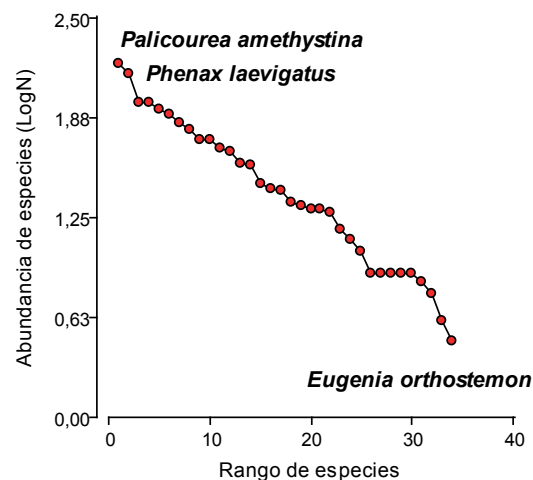


Figura 2. Abundancia de especies vegetales que más predominan en la parcela permanente de la zona intangible del PUFVC.

En el rasgo de altura máxima presenta un rango comprendido entre 6 a 14 m, siendo las especies *Cedrela montana*, *Clethra revoluta* y *Alnus acuminata* las dominantes en altura en el estrato arbóreo.

Para el rasgo fenología foliar el 88,24 % de las especies son perennifolias y el 11,76 % son caducifolias. Mientras que, en el rasgo agente dispersor, se evidenció que el 82,35 % de las especies se caracterizan por tener una dispersión zoócora, es decir la fauna cumple un rol importante para la diseminación de los frutos y semillas y el 17,65 % presenta una dispersión anemócora, es decir el viento disemina las estructuras florales de las especies facilitando su dispersión.

El rasgo hábito de crecimiento muestra que el 67 % de las especies son árboles mientras que el 32 % son arbustos. En la Tabla 2, se presenta un resumen porcentual con el valor de cada o de los rasgos caracterizados en las especies.

Tabla 2. Porcentaje de especies de acuerdo con los rasgos evaluados.

Rasgos	Características	Nº especies	Porcentaje (%)
Altura Máxima (Amax)	6– 14 m	34	100
Fenología foliar (FenFol)	Perennifolia	30	88,24
	Caducifolia	4	11,76
Hábito de crecimiento (HaCr)	Árbol	23	67,65
	Arbusto	11	32,35
Agente dispersor (AgDis)	Anemócora	6	17,65
	Zoocoria	28	82,35

Determinación y caracterización de los tipos funcionales (TFP).

En la zona de mejor estado de conservación del PUFVC se definió dos tipos funcionales de plantas (TFP). De todos los métodos y distancias evaluadas, el método de agrupamiento Ward y distancia *Gower*, arrojó una relación cofenética de 0,916 considerado como un valor apto para la diferenciación de los grupos (Ver figura 3).

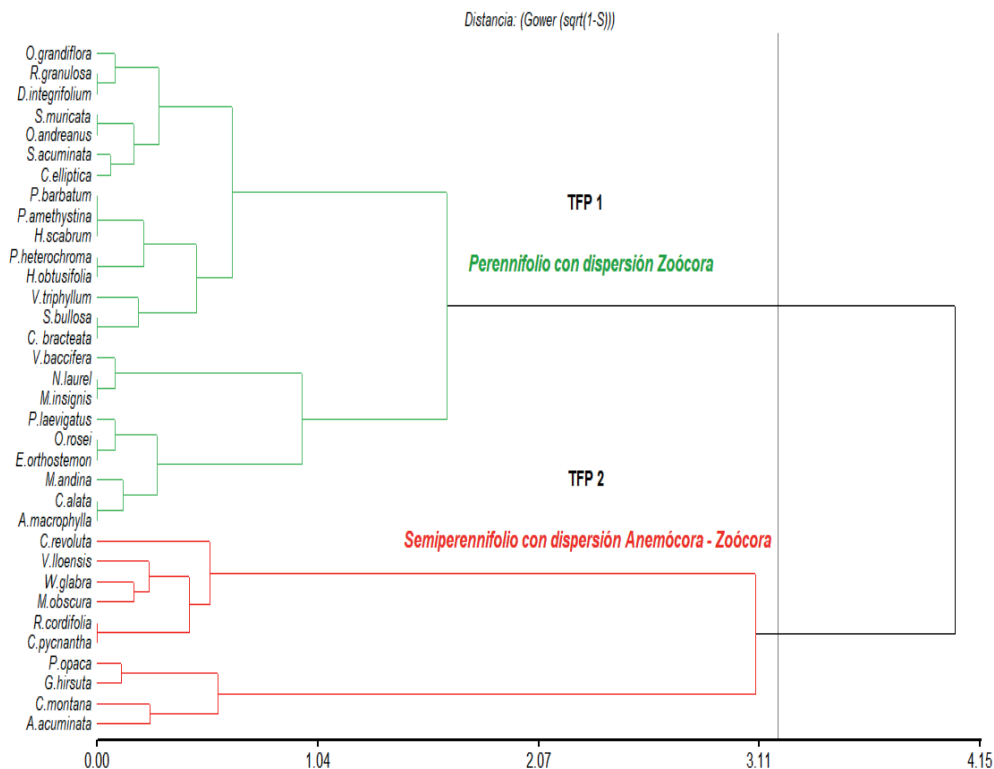


Figura 3. Análisis clúster o dendrograma, basado en el método de Ward y distancia Gower a partir de los rasgos funcionales: altura máxima, fenología foliar y manifestaciones de dispersión.

El tipo funcional uno (TFP1), se denominó como perennifolio con dispersión zoócora, se encuentra formado por 24 especies que se caracterizan por mantener sus hojas durante todo el año, donde el principal agente dispersor de sus semillas corresponde a la categoría zoócora. La categoría zoócora constituye un factor importante en este grupo pues aporta de manera significativa en la regeneración y colonización de especies dentro en la zona asegurando la conservación y permanencia de estas. La especie representativa en abundancia dentro del grupo funcional es *Palicourea amethystina* con 165 ind/ha y se caracteriza porque la dispersión la realizan especialmente las aves.

El tipo funcional dos (TFP2), se denominó como semiperennifolio con dispersión anemócora – zoócora, compuesto de diez especies, cuatro especies de fenología caducifolia y seis especies de fenología perennifolia. En lo que se refiere al agente dispersor seis especies estuvieron representadas por la categoría anemócora y cuatro por la categoría zoócora, la dispersión de semillas está representada por las dos categorías, esto se debe por la forma en que las especies presentan sus semillas y el tipo de dispersor que se relaciona con las mismas. Es importante recalcar que la especie con mayor abundancia dentro de este grupo funcional es *Clethra revoluta* con 93 ind/ha. Cada grupo se encuentra diferenciado por las especies y rasgos que los relacionan entre sí, presentando sus características en la Tabla 3.

Tabla 3. Descripción de rasgos característicos de variables evaluados que conforman los Tipos Funcionales de plantas (TFP 1 y TFP 2).

Tipos Funcionales	Especies	Características Generales
TFP: 1 Perennifolio con dispersión zoócora	<i>Viburnum triphyllum, Delostoma integrifolium, Piper barbatum, Oreocallis grandiflora, Hesperomeles obtusifolia, Palicourea amethystina, Palicourea heterochroma, Phenax laevigatus, Cavendishia bracteata, Vismia baccifera, Nectandra laurel, Morus insignis, Axinaea macrophylla, Saurauia bullosa, Schefflera acuminata, Oreopanax andreanus, Oreopanax rosei, Hedyosmum scabrum, Clusia alata, Clusia elliptica, Eugenia orthostemon, Rhamnus granulosa, Siparuna muricata, Myrsine andina</i>	Tipo funcional establecido (100 %) Perennifolio, con altura promedio de 8,60 m; su dispersión de semillas está dada en un 100% por animales.
TFP: 2 Semiperennifolio con dispersión anemócora- zoócora	<i>Critoniopsis pycnantha, Alnus acuminata, Weinmannia glabra, Cedrela montana, Prunus opaca, Guettarda hirsuta, Roupala cordifolia, Miconia obscura, Verbena lloensis, Clethra revoluta.</i>	Tipo funcional denominado como Semiperennifolio de dispersión zoocoria-anemocoria, presenta una fenología foliar del (60 %) Perennifolio y (40 %) Caducifolio; su dispersión de semillas está dada en un (60 %) por el viento y el (40 %) por animales

El análisis de componentes principales (ACP), permitió visualizar el aporte que realizan los rasgos a la definición de los TFP. El componente principal dos (CP2), separa la variable agente dispersor (AgDis) del resto de las variables, permitiendo entender que la mayor correlación de especies se encuentran dentro de este componente, a diferencia de la altura máxima (Amax) y fenología foliar (FenFol) que están muy correlacionadas dentro del componente principal uno (CP1). Los dos componentes principales explican el 88,4 % de la variación total de los resultados obtenidos mientras que la explicación del 11,6 % restante puede estar relacionada a otras variables que no fueron incluidas dentro de este estudio (ver Figura 4).

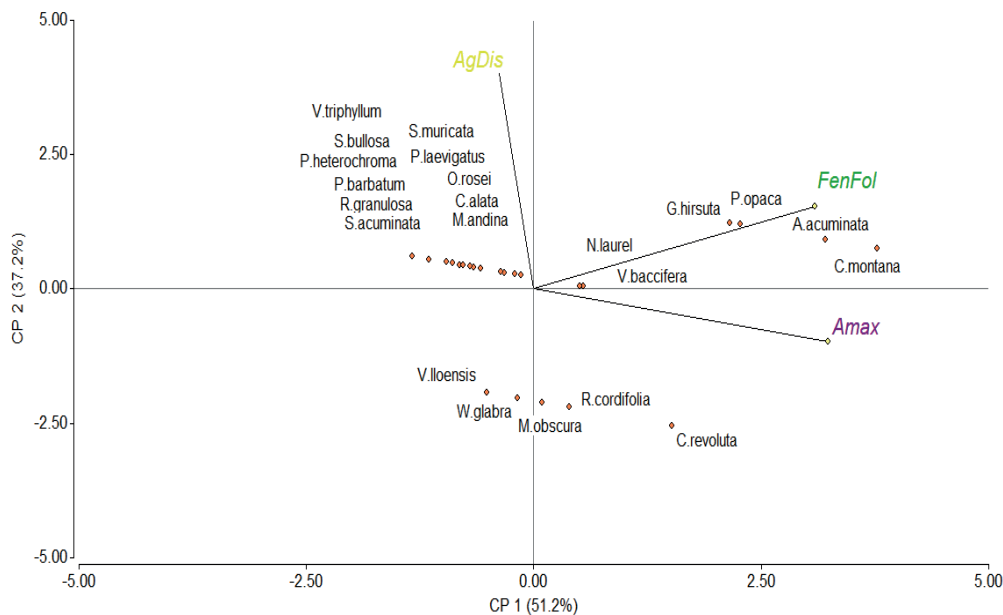


Figura 4. Análisis de componentes principales de especies vegetales de la zona intangible del PUFVC.

DISCUSIÓN

Rasgos funcionales a través de atributos morfológicos, fenológicos y fisiológicos

La evaluación de rasgos funcionales a través de atributos morfológicos, fenológicos y fisiológicos como la altura máxima, fenología foliar y agente dispersor, permitieron evaluar las características que presentan las especies en el bosque andino del PUFVC, así como sus mecanismos de dispersión que utilizan para colonizar nuevos sitios a través de sus semillas. Osinaga et al. (2014) describen y caracterizan grupos funcionales a través de rasgos asociados a las especies de árboles, para monitorear la diversidad vegetal y carbono en bosques andinos, los cuales reflejar el comportamiento ecológico de las especies, así como también definir estrategias para la conservación de comunidades vegetales como lo explica Cornelissen *et al*, (2003), en sus protocolos para definir grupos funcionales.

El rasgo de altura máxima en la zona de estudio está definida por especies arbóreas dominantes, rango de altura comprendido entre 6 a 14 m, siendo alturas representativas las de especies como *Cedrela montana*, *Clethra revoluta* y *Alnus acuminata*. Este rasgo es importante de estudiar pues forma parte de la estructura vertical del dosel y muestra el patrón funcional o fisiológico que determina el posicionamiento en altura de los árboles, donde las especies de mayor demanda lumínica ocupan la parte alta del dosel mientras que las especies de menor demanda de luz se posicionan en la parte baja del dosel (Oyarzún et al 2019).

El rasgo de fenología foliar muestra que el 88 % de las especies realizan sus procesos fenológicos sin necesidad de perder sus hojas; mientras que el 18 % restante de alguna manera debe realizar el proceso de abscisión foliar para iniciar procesos de floración. Casiano et al. (2018) manifiesta que es de vital importancia comprender la fenología vegetal ya que la producción periódica de las estructuras vegetativas y reproductivas es el resultado de las interacciones entre factores bióticos y abióticos que determinan el tiempo adecuado para el crecimiento y la reproducción de las plantas.

El rasgo de dispersión muestra que el 80 % de las especies vegetales que se desarrollan en el PUFVC dependen de la fauna para su reproducción, en especial por la ingesta de las semillas por parte de aves y mamíferos. La principal característica por la que se da la dispersión por este medio es que las especies presentan frutos carnosos coloridos en forma de bayas y drupas por lo que los animales se sienten atraídos para su consumo, como fuente de alimento, aspecto que también es destacado por Salazar et al. (2013) al manifestar que la dispersión zoocora es la que domina en los bosques. Es importante recalcar que muchos de los frutos que son ingeridos por los animales contienen semillas que después de un proceso de digestión, vuelven a encontrarse intactas y en algunos de los casos más viables (Zunino y Zullini, 2003) o llegan a formar parte de los bancos de semillas del suelo (Muñoz et al., 2021). Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los expuestos por Enríquez (2017) en un estudio de funcionalidad para restauración en el sur del Ecuador, donde al momento de realizar la evaluación de todas las variables que se utilizaron, el síndrome de dispersión zoócora estuvo presente en más del 81 % de las especies de estudio como rasgo funcional predominante, siendo un dato importante al momento de conformar los grupos funcionales.

Determinación y caracterización de los tipos funcionales

Los cuatro rasgos funcionales permiten identificar dos tipos funcionales de plantas (TFP) en el bosque andino del PUFVC, lo que concuerda con la mayoría de trabajos en este campo los cuales se enfocan en no más de cinco rasgos o atributos y en la definición de no más de cuatro tipos funcionales de plantas, aunque existen algunos estudios que han llegado a considerar hasta 14 variables para la diferenciación de TFP (López et al., 2016).

La clasificación de las especies en tipos funcionales considera como base a los rasgos o atributos que presentan las especies, quienes juegan un rol importante en la dinamización funcional de un ecosistema. Díaz y Cabido (2001); Gondard et al. (2003) mencionan que la formación de tipos funcionales a través de agrupaciones de especies, al momento de ser evaluadas y analizadas presenta características semejantes, sirviendo como una herramienta adecuada para realizar un diagnóstico y manejo dentro de una comunidad ecosistémica.

Los dos tipos funcionales (TFP) identificados en la presente investigación, muestran los atributos o rasgos que diferencian a los grupos funcionales, los cuales desde el punto de vista funcional están relacionados con estrategias de regeneración (dispersión) y conservación (fenología-altura máxima), la importancia de cada uno de los atributos durante el agrupamiento se ve reflejada en los resultados de asociación de especies a las variables evaluadas; además, de las diferencias que existe respecto a la abundancia de individuos por especies dentro de los grupos funcionales. Similares resultados presenta Gonzáles (2017) quien muestra que para un bosque secundario los rasgos como: la forma de crecimiento, modo de dispersión y fenología foliar presentan diferencias significativas al momento de su evaluación y agrupamiento por lo que contribuye de manera clara a la definición de los tipos funcionales se encuentran dentro de este bosque secundario.

La altura máxima y fenología foliar son los atributos que mayor aporte presentaron para la conformación de los TFP según el ACP, similares resultados muestran Enríquez (2017) quien menciona a la fenología como uno de los rasgos que determina la conformación de dos tipos funcionales de plantas, donde el síndrome de dispersión también aporta significativamente.

El hábito de crecimiento, para la presente investigación, constituyó un rasgo que no fue determinante al momento de la formación de los grupos funcionales, esta variable no permitió definir claramente, esto podría deberse al tamaño de muestra o por característica de los otros rasgos los cuales no compartieron semejanzas por lo que no se incluyó en los análisis respectivos. Rodríguez y Santamaría (2019) en un estudio de funcionalidad a través de rasgos en un bosque alto andino, mostro resultados en donde la variable hábito de crecimiento, junto a otras variables como gremio ecológico, tipos de frutos, banco de semillas, área foliar, densidad de madera, se considera de gran significancia ya que comparten características semejantes al momento de formar grupos funcionales.

■ CONCLUSIONES

Los rasgos funcionales de las especies a través de atributos morfológicos, fenológicos y fisiológicos como fenología foliar, agente dispersor y altura máxima, registradas en el bosque andino mejor conservado del PUFVC y con base en la abundancia que presentan las especies, constituyen un indicador clave para el manejo y conservación de áreas de bosque en especial para analizar y comprender de las relaciones funcionales y ecológicas.

El tipo funcional uno (TFP1), se caracteriza por la agrupación y presencia de especies en donde los rasgos de fenología foliar son perennifolios mientras que la dispersión de las semillas es controlada por la fauna de la zona, mientras que el tipo funcional dos (TFP2), muestra un grupo de especies semiperennifolio y en donde la dispersión es controlada tanto por el viento como por la fauna.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Loja, Dirección General de Investigaciones, por el financiamiento del Proyecto de Investigación: Procesos ecológicos de la vegetación en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, UNL, Fase III, a todo el equipo técnico del proyecto y a los tesisistas de la carrera de Ingeniería Forestal.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Johana Muñoz, redacción, análisis e interpretación de la información, revisión y corrección del manuscrito. Henry Cuenca, recolección y levantamiento de información en campo, análisis e interpretación de la información. Luis Muñoz-Chamba, revisión y corrección del manuscrito. Zhofre Aguirre, dirección del proyecto de investigación, revisión y corrección de la versión final.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Mendoza, Z., Reyes Jiménez, B., Quizhpe Coronel, W., & Cabrera, A. (2017). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. *Arnaldoa* 24(2), 543-556. <https://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24207>.
- Aguirre, Z., Aguirre, N. y Johana, M. (2017). Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*. 24. 523 - 542. [10.22497/arnaldoa.242.24206](https://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24206).
- Aguirre, Z., Yaguana, C. y Gaona, T. (2016). Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación Ing. Francisco Vivar Castro. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Casanoves, F., Pla, L. y Di Rienzo, J. (2011). Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos. CATIE. Informe Técnico no. 384. 105 p.
- Casiano Dominguez, M.; F. Paz Pellat (2018). Patrones espectrales de la fenología del desarrollo vegetativo y reproductivo de árboles de huizache (*Acacia farnesiana* (L.) Willd. *Terra Latinoamericana* 36: 393-409. DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v36i4.417>
- Chauza, L. y Villa E. (2011). Análisis de conglomerados comparando el coeficiente de similaridad de gower y el método análisis factorial múltiple para el tratamiento de tablas mixtas: Aplicado al diagnóstico del PDA para la caracterización de los municipios del Valle del Cauca [recurso electrónico] (Doctoral dissertation).
- Cornelissen, J., Lavorel, S., Garnier, E., Diaz, S., Buchmann, N., Gurvich, DE., Reich, PB., ter Steege, H., Morgan, H., van der Heijden, M., Pausas, J. y Poorter, H. (2003). A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 51, 335-380.
- Díaz, S., Cabido, M. (2001). Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution* 16(11), 646-655.
- Enríquez, V. (2017). Grupos funcionales y su papel en la restauración de paisajes en la región sur de Ecuador. [Tesis Ing. Manejo y conservación del Medio Ambiente]. Universidad Nacional de Loja. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/19053>
- Fonseca, C.R., Ganade, G. 2001. Species functional redundancy, random extinctions and the stability of ecosystems. *Journal of Ecology* 89, 118- 125.
- Gondard, H., Jauffret, S., Aronson, J. y Lavorel, S. (2003). Plant functional types: a promising tool for management and restoration of degraded lands. *Applied Vegetation Science* 6, 223-234.
- Dumay, O., Tari, P.S., Tomasini, J.A., Mouillot D. 2004. Functional groups of lagoon fish species in Languedoc Roussillon, southern France. *Journal of Fish Biology* 64, 970-983.
- Hooper, D., Solan, M., Symstad, A., Díaz, S. y Gessner et al. (2002). Species diversity, functional diversity, and ecosystem functioning, en M. Loreau, S. Naeem y P. Inchausti (eds.), Biodiversity and ecosystem functioning: Synthesis and perspectives. Oxford University Press, Nueva York, pp. 195-208
- InfoStat (2008). InfoStat, versión 2008. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.

- Lavorel, S y Garnier, E. (2002). Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology* 16, 545-556.
- López Arturo, González Rodríguez A., López G. (2016). Tipos funcionales de plantas según su respuesta a las perturbaciones en un bosque semidecídulo micrófilo costero de Cuba Oriental. *Bosque* 37 (1), 135-145. DOI: 10.4067/S0717-92002016000100013.
- Mace, G., Norris, K., y Fitter, A. (2012). Biodiversity and ecosystem services: a multilayered relationship. *Trends in ecology & evolution*, 27(1), 19-26.
- McGill, B., Enquist, B., Weiher, E., y Westoby, M. (2006). Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in ecology & evolution*, 21(4), 178-185.
- Muñoz J., Mocha J. Muñoz L. Aguirre Z. (2021). Composición florística del banco de semillas del suelo en el Bosque Montano del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” de la ciudad de Loja. *Bosques Latitud Cero*, 11(1), 113–127.
- Osinaga, O., Báez, S., Cuesta, F., Malizia, A., Carrilla, J., Aguirre, N. y Malizia, L. (2014). Monitoreo de diversidad vegetal y carbono en bosques andinos-Protocolo extendido. Protocolo 2 - Versión 1. CONDESAN / IER-UNT / COSUDE. Quito, Ecuador
- Oyarzún A., Donoso P., Gutiérrez A. (2019). Patrones de distribución de alturas de bosques antiguos siempreverdes del centro- sur de Chile. *Bosque*, 40 (3), 355-364. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002019000300355>
- Reguant, M. y Torrado, M. (2016). El método Delphi. REIRE. *Revista d’Innovación i Recerca en Educació*n, 9(1), 87-102.
- Reyes, B. (2017). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso del bosque montano del parque universitario “Francisco Vivar Castro” provincia de Loja (Bachelor’s thesis, Loja).
- Rodríguez, W y Santamaría, C. (2019). Identificación de Rasgos Funcionales de Especies Vegetales del Bosque Altoandino y Páramo Relacionados con su Respuesta Regenerativa Postfuego.
- Ruiz, M., Díaz, L., y García, R. (2012). Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud. *Investigación en Educación Médica*, 1(2), 90-95.
- Salazar, J, Mateo, A., y León, Y. (2013). Diversidad de Plantas Leñosas y Síndrome de Dispersión de diásporas en Fondo Paradí, Parque Nacional Jaragua, República Dominicana (Woody Plant Diversity and Diaspores dispersal syndrome in Fondo Paradi, Parque Nacional Jaragua, Dominican Republic). *Anuario de Investigaciones Científicas* 2(1), 6-17.
- Salvador, M. (2001). »Análisis de conglomerados o clúster«, [en línea] 5campus.org, Estadística. Disponible en: <http://www.5campus.org/leccion/cluster>.
- Tilman, D., Knops, J., Wedin, D., Reich, P., Ritchie, M., Siemann, E. 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science* 277, 1300-1302.
- Violle, C., Navas, M., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I., y Garnier, E. (2007). Let the Concept of Trait Be Functional! *Oikos*, 116(5), 882-892. <http://www.jstor.org/stable/40235131>
- Walker, B. (1992). Biodiversity and ecological redundancy. *Conservation biology*, 6(1), 18-23.
- Walker, B. (1995). Conserving biological diversity through ecosystem resilience. *Conservation Biology* 9, 747-752.
- Zunino, M., y Zullini, A. (2003). *Biogeografía: la dimensión espacial de la evolución* (No. QH 106.5. Z8518 2003). México. Fondo de Cultura Económica.

Composición y diversidad florística del matorral andino afectado por incendios forestales en el sur del Ecuador

The floristic composition and diversity of the Andean matorral had been affected by wildfires in southern Ecuador

Luis Muñoz-Chamba ^{1*} 
Evelyn Ulloa ¹
Johana Muñoz ¹ 
Zhofre Aguirre ² 

¹ Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.

² Herbario Reinaldo Espinoza. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.

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

DOI: <https://doi.org/10.54753/blc.v12i2.1616>

Recibido: 29/09/2022

Aceptado: 10/11/2022

RESUMEN

El matorral andino se caracteriza por ser una vegetación densa, con abundancia en arbustos y pocas especies arbóreas. La investigación se realizó en el matorral andino del Parque Universitario Francisco Vívar Castro, ciudad de Loja. El objetivo fue caracterizar la composición y diversidad del matorral andino afectado por incendios forestales, y el estudio de su regeneración. La vegetación se estudió en 5 parcelas permanentes de 400 m² donde se midieron todos los arbustos mayores a 1,50 m de alto y árboles mayores a 5 cm de DAP. La regeneración natural se evaluó en parcelas anidadas y por categoría: latizal en parcelas de 400 m², brinzal en parcelas de 25 m² y plántula en parcelas de 1 m². La composición y diversidad del matorral fue de 27 especies, 24 géneros y 16 familias. La diversidad fue media, presentó cuatro especies endémicas. Las especies más importantes ecológicamente fueron los arbustos *Lepechinia mutica* y *Dendrophorbium scytophyllum* que representan el 84 % de total de individuos, y árboles como *Alnus acuminata* y *Clethra fimbriata*. La regeneración natural está dominada por *Dendrophorbium scytophyllum* y *Clethra fimbriata* en las tres categorías. El matorral andino se encuentra en un proceso de sucesión natural con una adecuada regeneración natural.

Palabras clave: Ecuador, especie, matorral, regeneración, incendio.

■ ABSTRACT

The Andean matorral is characterized by dense vegetation, with an abundance of shrubs and few tree species. The research was conducted in the Andean matorral of the Francisco Vivar Castro University Park, Loja city. The objective was to characterize the composition and diversity of the Andean matorral affected by forest fires and to study its regeneration. The vegetation was studied in five permanent plots of four hundred square meters where all shrubs greater than 1.50 m tall and trees greater than 5 cm DBH were measured. Natural regeneration was evaluated in nested plots and by category: latizal in four hundred square meter plots, brinzal in twenty-five square meter plots, and seedlings in plots of one square meter. The composition and diversity of the matorral were twenty-seven species, twenty-four genera, and sixteen families. The diversity was medium, it presented four endemic species. The most ecologically important species were the shrubs *Lepechinia mutica* and *Dendrophorbium scytophyllum*, which represent 84 % of the total number of individuals, and trees such as *Alnus acuminata* and *Clethra fimbriata*. Natural regeneration is dominated by *Dendrophorbium scytophyllum* and *Clethra fimbriata* in all three categories. The Andean matorral is in a process of natural succession with adequate natural regeneration.

Keywords: Ecuador, fire, regeneration, specie, matorral.

■ INTRODUCCIÓN

El matorral andino o arbustal ecuatoriano es un ecosistema que se caracteriza por presentar una alta abundancia de arbustos, pocas especies arbóreas, vegetación densa, entrelazada, y con presencia de estratos de gramíneas (Baquero et al., 2004; MAE, 2013). Poseen una estructura compleja y dinámica, con prestación de varios bienes y servicios ecosistémicos que benefician a la conservación de la diversidad y soporte de actividades socioculturales (CONABIO, 2021), con una alta diversidad específica y endemismo en especies arbustivas del 10 % del total nacional (León Yáñez et al., 2011).

La pérdida de biodiversidad en Ecuador es producida por muchos factores, uno de ellos son los incendios forestales que han causado impactos complejos sobre los procesos ecológicos en los ecosistemas, variabilidad en la estructura del paisaje y respuestas diferentes de la vegetación (Souza-Alonso et al., 2022, González, 2017). El fuego constituye un proceso vital y esencial para procesos de sucesión ecológica y estabilidad al interior de los ecosistemas (Zimmermann et al., 2021); así como, cuando este no es controlado se han producido incendios forestales de gran magnitud provocando la degradación y destrucción de grandes superficies de ecosistemas y la modificación de procesos naturales que en estos se producen (Sarango-Cobos et al., 2019). Los incendios forestales han modificado los paisajes ecuatorianos (Sarango-Cobos et al., 2019) al actuar con fuerte intensidad en los componentes e interacciones existentes en estos.

La región Sierra ecuatoriana no es ajena a esta realidad, pues toda la cordillera de los Andes es propensa a la mayor ocurrencia de incendios forestales (Armenteras et al., 2020), los cuales han afectado a su vegetación natural provocando la pérdida de una importante parte de la vegetación nativa, cambios en la estructura, fisionomía y composiciones florísticas de los bosques dando paso a la formación de estructuras vegetales como los matorrales andinos (Baquero et al., 2004). Los matorrales en Ecuador tienen una degradación severa con más de 2/3 de su superficie alterados por actividades antrópicas (Ron, 2022); y, en el cantón Loja, estos son susceptibles a incendios forestales en un 21,33 % (Reyes-Bueno y Balcazar-Gallegos, 2021).

En el cantón y ciudad de Loja, se encuentra el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), donde se desarrollan diversos ecosistemas, diferenciados en composición, estructura y funcionamiento. El matorral del PUFVC en los últimos 10 años ha sido afectada por la ocurrencia de incendios forestales que han destruido zonas importantes ocupadas por vegetación (Sarango-Cobos et al., 2019, Aguirre

Padilla et al., 2019). En este sentido, es común observar en gran parte de las plantaciones forestales, matorral andino y páramo antrópico, la presencia de especies pioneras iniciales como helechos y hierbas trepadoras (Zhang et al., 2011), principalmente *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon caracterizada por dominar paisajes luego de la ocurrencia de incendios forestales (Sarango-Cobos et al., 2019).

Este estudio forma parte del proyecto de investigación Procesos ecológicos de la vegetación en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, Universidad Nacional de Loja. Fase III, que busca generar conocimientos sobre sucesión, adaptación y crecimiento de especies forestales plantadas en zonas en recuperación natural. El matorral andino del PUFVC es un área afectada por incendios forestales y por lo tanto constituye un escenario ideal para conocer y comprender procesos de sucesión ecológica relacionados con la recuperación de su biodiversidad, estructura y funcionamiento. El objetivo del estudio es contribuir al conocimiento de la dinámica de la sucesión natural del matorral andino afectado por incendios forestales mediante el estudio de su composición florística, diversidad y regeneración natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó en el matorral del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” (PUFVC), ubicado en el cantón y provincia de Loja, entre los ecosistemas páramo antrópico y el bosque andino (Figura 1). Presenta un clima cálido templado, temperatura media anual de 15 °C y precipitación anual de 1 453 mm (Climate-Data, 2022).

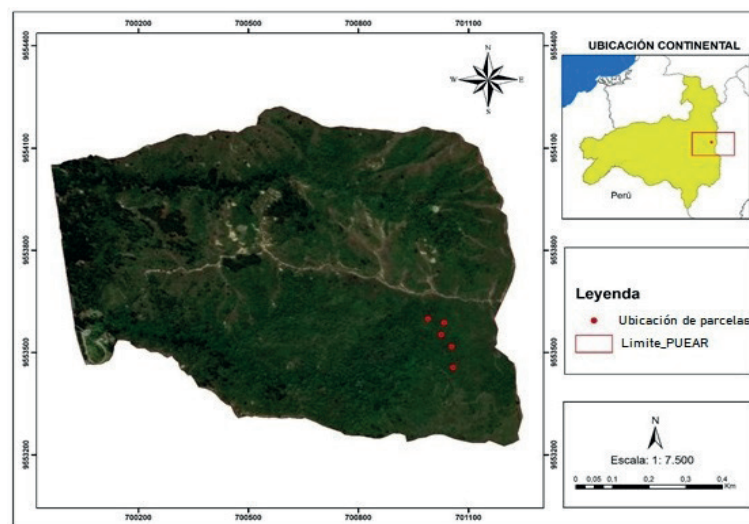


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio y distribución de las parcelas de muestreo en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.

Tamaño, forma y número de unidades de muestreo

El estudio de la vegetación del matorral andino fue mediante el establecimiento de cinco parcelas permanentes, cuadradas, distribuidas de manera sistemática a lo largo del área de matorral andino con evidencias de haber sido afectadas por incendios forestales. Las parcelas permanentes fueron de 400 m², dentro de las que se instalaron sistemáticamente cinco parcelas anidadas de 25 m² y cinco de 1 m² (Aguirre, 2019). En la Figura 2 se presenta el esquema de las parcelas.

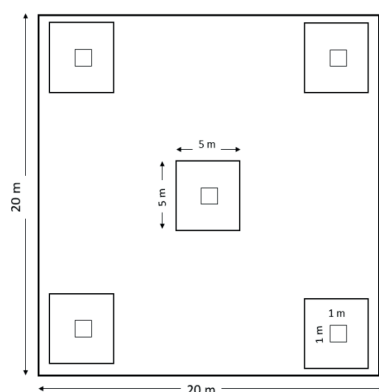


Figura 2. Forma, tamaño y distribución de las unidades de muestreo utilizadas para el estudio de la vegetación del matorral andino del PUFVC.

VARIABLES DE MEDICIÓN

La vegetación del matorral andino evaluada fueron arbustos mayores a 150 cm de altura y árboles con diámetros mayores o iguales a cinco centímetros. Para arbustos se registraron las abundancias por especie, y en el caso de árboles se midieron los diámetros a 1,30 m del suelo.

Para la regeneración natural se consideraron las categorías plántulas, brinzales y latizales (Tabla 1). Los individuos registrados fueron etiquetados con cintas plásticas y registrados con un código único para su posterior monitoreo.

Tabla 1. Categorías de regeneración natural medidas en el matorral andino del PUFVC.

Categorías de regeneración	Descripción	Tamaño de parcelas (m)	Hábito de crecimiento
Plántulas	Individuos \leq 30 cm altura	1 x 1	Arbusto y árbol
Brinzal	Individuos $>$ 30 cm y \leq a 150 cm de altura	5 x 5	Arbusto y árbol
Latizal	Individuos $>$ a 1,50 m de altura y \leq a 5 cm de diámetro	20 x 20	Árbol

Análisis de la información

La vegetación del matorral andino fue caracterizada por medio de la composición florística y parámetros estructurales, dado por las variables abundancia, densidad, densidad relativa, frecuencia relativa e Índice de Valor de Importancia (Aguirre, 2019; Smith y Smith, 2007). La diversidad fue representada por medio de la riqueza específica e índices de diversidad de Shannon y representaciones gráficas mediante curvas rango - abundancia. Se utilizó el software estadístico R para los análisis y gráficos respectivos (RStudio Team, 2020).

RESULTADOS

Composición y diversidad florística del matorral andino

El área de matorral andino del PUFVC afectado por incendios forestales estuvo constituido por 27 especies, comprendidas en 23 géneros y 16 familias. En la Tabla 2, se presenta el listado de la composición con sus respectivos valores de abundancia.

Tabla 2. Composición florística del matorral andino afectado por incendios forestales en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”.

Especie	Familia	Abundancia
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	Lamiaceae	375
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	Asteraceae	269
<i>Pappobolus acuminatus</i> (S.F.Blake) Panero	Asteraceae	27
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Asteraceae	15
<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	Asteraceae	12
<i>Baccharis</i> sp.1	Asteraceae	8
<i>Gynoxys nitida</i> Cass.	Asteraceae	8
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	Ericaceae	7
<i>Tibouchina laxa</i> Aubl.	Melastomataceae	7
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl.) Wilbur	Myricaceae	6
<i>Piper</i> sp. 1	Piperaceae	6
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	Lamiaceae	5
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	Ericaceae	4
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	Clethraceae	4
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	2
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L.	Ericaceae	2
<i>Prunus opaca</i> Walp.	Rosaceae	2
<i>Axinaea macrophylla</i> (Naudin) Triana	Melastomataceae	1
<i>Baccharis brachylaenoides</i> DC.	Asteraceae	1
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (DC.) Lindl.	Rosaceae	1
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R.Br	Proteaceae	1
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	Araliaceae	1
<i>Palicourea</i> sp.1	Rubiaceae	1
<i>Symbolanthus</i> sp.1	Gentianaceae	1
<i>Verbesina aff. pentantha</i> S.F.Blake	Asteraceae	1
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Adoxaceae	1
<i>Vismia baccifera</i> (L.) Planch. & Triana	Hypericaceae	1

Las especies más abundantes fueron los arbustos *L. mutica* y *D. scytophyllum* que en conjunto constituyen el 84 % del total de individuos (Figura 3). Adicionalmente, como parte de la composición se encontraron especies herbáceas y enredaderas abundantes como *Pteridium arachnoideum* (Kaulf.) Maxon, *Rubus* sp., *Smilax* sp. y *Munzonia* sp.

La diversidad específica del matorral andino de acuerdo con el índice de Shannon (1,44) fue media, con una riqueza específica observada de 27 especies, de las que nueve fueron árboles y 18 arbustos, cuatro especies endémicas con la categoría de amenaza Vulnerable (tres especies) y una con la categoría Casi Amenazada. La diversidad relativa a nivel de familia y género fue baja, siendo las familias con mayor número de especies Asteraceae (ocho especies) y Ericaceae (tres especies), y los géneros *Baccharis* (tres especies) y *Bejaria* (dos especies).

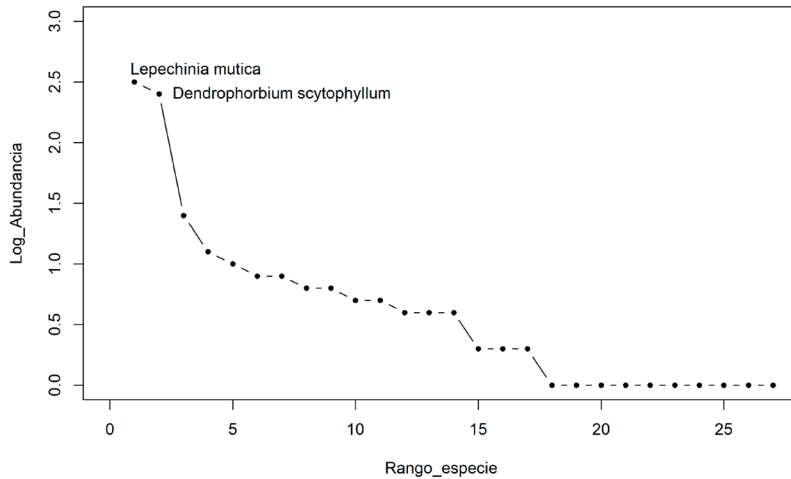


Figura 3. Curva rango – abundancia de las especies del matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Parámetros estructurales del matorral andino

El matorral andino del PUFVC afectado por incendios forestales estructuralmente estuvo definido por la dominancia y abundancia alta de arbustos que forman un estrato con una altura promedio de dos metros, y la presencia de árboles aislados con alturas promedio de 3,90 m. En la Figura 4 se muestra la importancia ecológica de las especies del matorral andino, donde los arbustos *L. mutica*, *D. sytophyllum*, *P. acuminatus*, *Baccharis* sp1. y *B. nítida* fueron los más importantes ecológicamente, con los mayores valores de densidad relativa y frecuencia, por lo tanto, definen la estructura y composición de este tipo de ecosistemas. En el caso de especies arbóreas, las que destacan fueron *C. fimbriata*, *A. acuminata* y *P. opaca*.

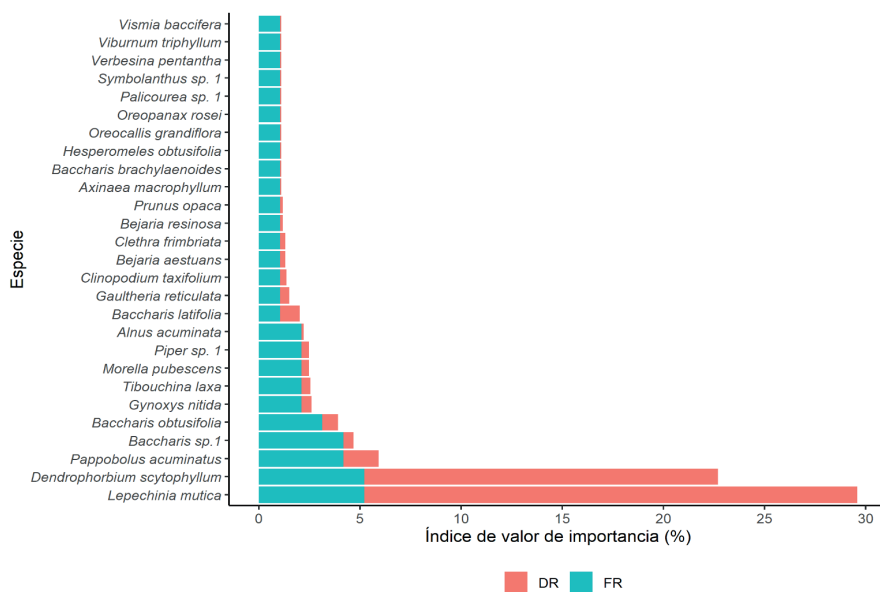


Figura 4. Parámetros estructurales de las especies arbóreas y arbustivas que componen el matorral andino afectado por incendios forestales en el PUFVC.

Estado actual de la regeneración natural del matorral andino

Se registraron 1 008 individuos de regeneración natural, en 32 especies, 30 géneros y 20 familias. La diversidad de la regeneración natural fue media para las tres categorías (índice de Shannon para plántula 1,99, brinzal 2,48 y latizal 1,46). La riqueza y distribución de individuos por especie se presenta en la Figura 5.

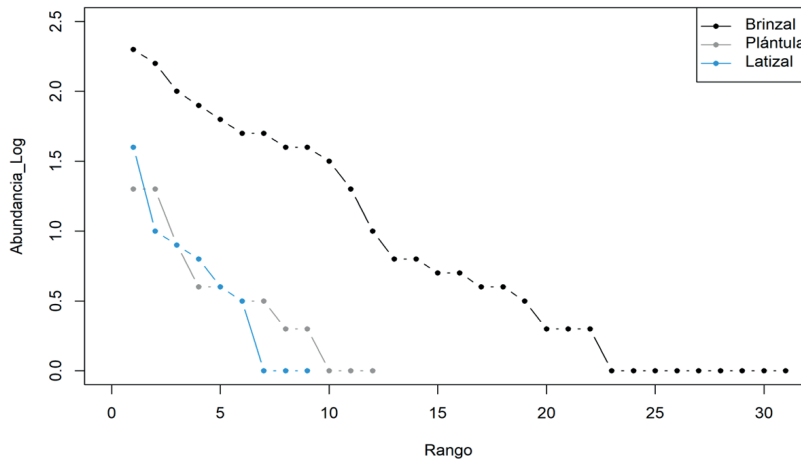


Figura 5. Curva rango abundancia por categorías de regeneración de natural.

El 53 % de la regeneración estuvo constituida por arbustos, con 93 % de brinzales y 7 % de plántulas. Los árboles representaron el 47 % de la regeneración, con 6 % de plántulas, 74 % brinzales y 20 % latizales (Figura 6).

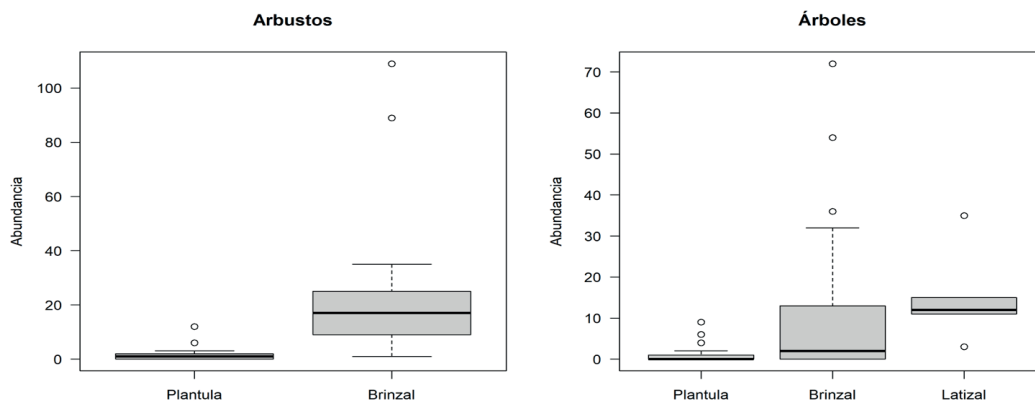


Figura 6. Distribución de individuos por categoría de regeneración natural para árboles y arbustos del matorral andino del PUFVC.

La estructura de la regeneración natural estuvo dominada por brinzales, con 31 especies, siendo los más importantes ecológicamente los arbustos *D. scytophyllum*, *P. acuminatus*, *T. laxa*, *B. obtusifolia* y *L. mutica*; y, dos especies arbóreas como *C. fimbriata* y *M. andina*. Para plántulas se registraron 12 especies con *D. scytophyllum* y *C. fimbriata* como las más representativas; y, para latizales, se tuvo nueve especies arbóreas con *C. fimbriata* como la más importante en la estructura del matorral (Figura 7).

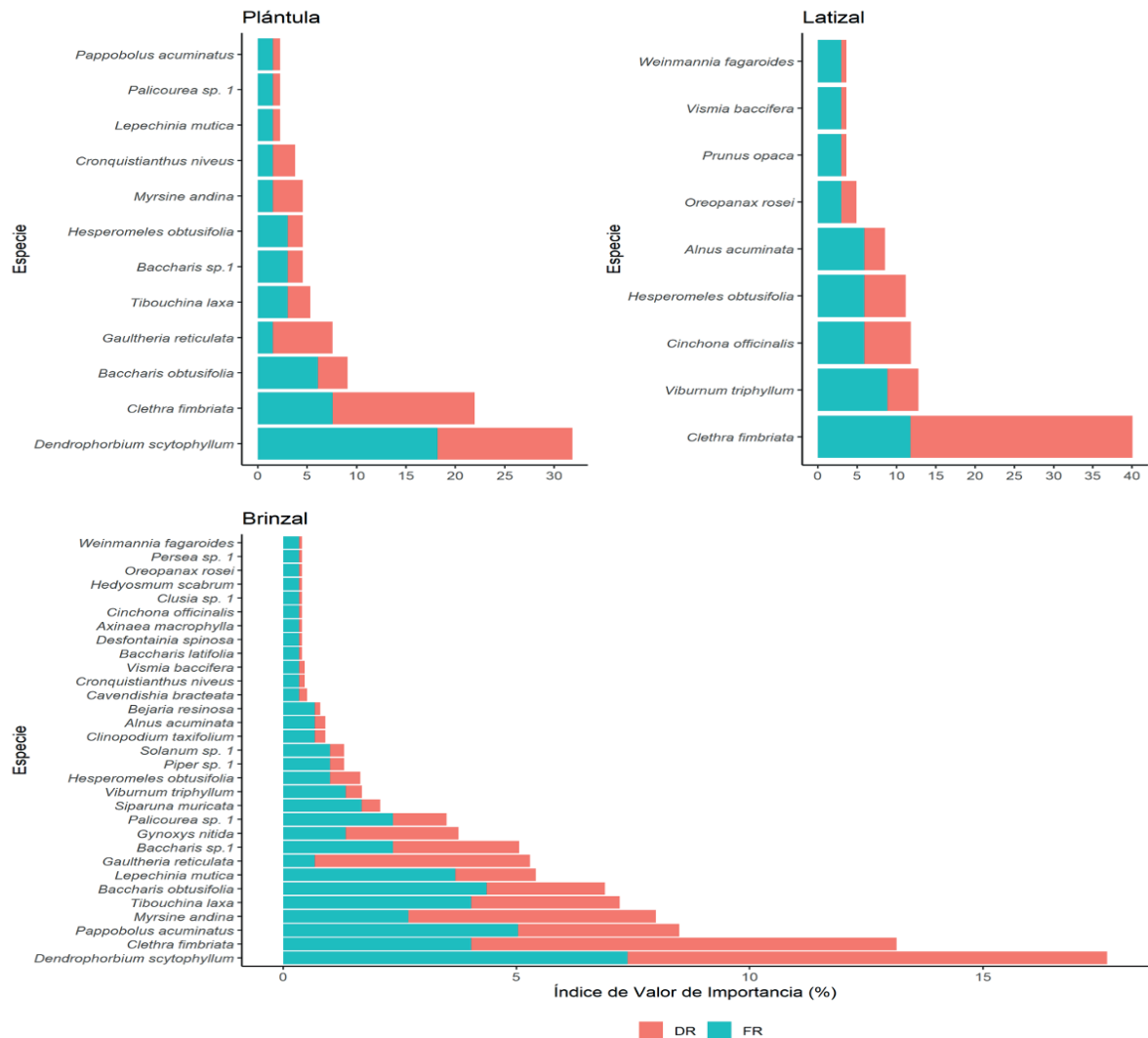


Figura 7. Parámetros estructurales de las categorías de regeneración natural del matorral andino del PUFVC.

DISCUSIÓN

Composición y diversidad del matorral andino

La composición florística del matorral andino del PUFVC, afectado por incendios forestales, está constituida principalmente por la dominancia de especies nativas arbustivas y la presencia de un 30 % de árboles, lo que es ratificado por MAE, (2013), Ron (2022), Baquero et al. (2004) al mencionar que los matorrales están asociados en algunas ocasiones con bosques. También se registra la presencia importante de herbáceas y enredaderas representantes de los géneros *Pteridium*, *Rubus*, *Smilax* y *Munnozia* que constituyen especies invasoras difíciles de controlar (Paz et al., 2022, Gutiérrez-Bonilla et al., 2017), caracterizadas por la generación de estrés mecánico sobre especies nativas y pérdida de diversidad (Zhang et al., 2011).

La diversidad específica del matorral andino de acuerdo con el índice de Shannon es media, con una riqueza de 27 especies, demostrado con la curva rango abundancia donde se aprecia que los individuos no están distribuidos equitativamente, pues el 84 % están concentrados en dos especies. A pesar de la desigualdad en la distribución de las abundancias en las especies y el incendio forestal ocurrido en años anteriores, se observa el desarrollo de cuatro especies endémicas, lo que realza la diversidad e importancia de este ecosistema y demuestra que existe un proceso de sucesión natural que ha ido recuperando la diversidad específica del matorral.

Los valores de riqueza específica reportados para matorrales que no han sido afectados por incendios forestales son superiores al presente estudio. Por ejemplo, Medina (2018) encuentra una riqueza específica de 46 especies en un área de matorral del PUFVC, lo que demuestra la pérdida de diversidad que producen los incendios forestales. En otras latitudes, con características ambientales diferentes al PUFVC, Gómez et al. (2009) registra para un matorral bajo *Pinus patula* la presencia de 48 especies, Cabrera-Amaya (2021) encuentra 30 especies en un matorral mixto de páramo y 80 en un arbustal de páramo.

La diversidad relativa a nivel de familia y género del matorral andino afectado por incendios es baja, siendo las familias Asteraceae y Ericaceae las que presentan mayor número de especies y por lo tanto las de mayor importancia en estos ecosistemas (Cabrera-Amaya, 2021; Medina, 2018, Gómez et al., 2009; Parra Rondinel et al., 2004).

Parámetros estructurales del matorral andino

El matorral andino del PUFVC afectado por incendios forestales presenta un estrato bien definido, constituido por especies arbustivas y la presencia de árboles aislados. Las especies con mayor valor de importancia ecológica y que definen la estructura del matorral andino son principalmente arbustos entre los que sobresalen *L. mutica* y *D. scytophyllum* con IVIs de 29 % y 22 % respectivamente; y la presencia de pocas especies arbóreas entre los que destacan *C. fimbriata*, *A. acuminata* y *P. opaca* con IVIs entre 1 % a 2 %. Las especies arbustivas, principalmente *D. scytophyllum* y *L. mutica*, presentan densidades absolutas superiores a 1 000 ind/ha lo que las convierte en especies densas (Aguirre, 2019), son las más frecuentes y tienen una representatividad respecto al total de especies de 49 % y 35 % respectivamente. En el caso de la frecuencia, también se incluyen a especies del género *Baccharis*, y en árboles sobresale *A. acuminata*, pues estas son comunes de encontrar en las actuales condiciones del matorral andino del PUFVC.

Como parte de la estructura de la vegetación del matorral andino están especies herbáceas y enredaderas como *P. arachnoideum*, *Rubus* sp., *Smilax* sp. y *Munnozia* sp., típicas de sucesiones pioneras iniciales y posteriores (Zhang et al., 2011), que con el resto de las especies convierten al matorral en una vegetación densa, con dificultad de moverse a través de este. A nivel de familia, Asteraceae y Ericaceae son las más representativas y diversas probablemente porque albergan una serie de especies de amplia distribución (Fernández-Méndez et al., 2016).

El estudio de Medina (2018) en un área de matorral no afectado por incendios forestales en el PUFVC, registra como parte principal de la estructura del matorral a *Gaultheria reticulata* Kunth y *Ageratina dendroides* (Spreng.) R.M. King & H. Rob como las especies más abundantes, de mayor representatividad y frecuencia, sin la presencia de individuos arbóreos.

Estado actual de la regeneración del matorral andino

La regeneración natural del matorral andino afectado por incendios forestales está presente en 32 especies de arbustos y árboles, lo que implica la ocurrencia de un proceso de regeneración que aporta a la dinámica de la sucesión natural del matorral andino. A pesar de haber existido una perturbación, cinco años atrás, el matorral presenta sus propias características con relación a los cambios que se generan en el medio, influyendo en las composiciones florísticas iniciales (García et al., 2021) y probablemente futuras (Das et al., 2021).

En términos generales, las plántulas fueron menores a brinzales, y estos mayores a latizales, por lo que según Das et al. (2021) representa un adecuado estado de la regeneración. La razón de la existencia de un menor número de plántulas es un tema de investigación, que podría ser un efecto indirecto del incendio forestal ocurrido hace cinco años, del que aún se sigue teniendo evidencias en las bases de los árboles (Sarango-Cobos et al., 2019), así como por una limitada lluvia de semillas, problemas en el establecimiento de la regeneración debido a la competencia con hierbas y por las duras condiciones abióticas (Gallegos et al., 2016; Zhang et al., 2011; Jordano et al., 2002), pues en la actualidad la acumulación de hojarasca en el suelo y el grado de cobertura vegetal representado principalmente por *P. arachnoideum* y otras enredaderas pudieran ser una limitante para el establecimiento y germinación de semillas, en especial para las especies con dispersión anemocoría (Paz et al., 2022).

La estructura de la regeneración natural está dominada por las especies *D. scytophyllum* y *C. fimbriata*, abundantes en las categorías plántula y brinjal; para latizal únicamente *C. fimbriata*. La regeneración de *D. scytophyllum*, arbusto, es caracterizada por individuos con altura promedio de 80 cm y *C. fimbriata*, árbol, con individuos con alturas promedio de 84 cm. Esta última, está presente en la regeneración del bosque montano (Muñoz-Chamba et al., 2021), páramo antrópico (Sarango-Cobos et al., 2019) y plantaciones forestales (Aguirre Mendoza et al., 2019) del PUFVC, convirtiéndola en una especie representativa del sitio e importante en la recuperación ecológica de sitios afectados por incendios forestales (Fernández-Méndez et al., 2016) por su capacidad constructiva y sociabilidad.

CONCLUSIONES

La composición y diversidad florística del matorral andino afectado por incendios forestales, cinco años después del siniestro, está representada por 27 especies, 23 géneros y 16 familias, con una diversidad media, presencia de cuatro especies endémicas, 68 % de arbustos y 32 % de árboles. Además, como parte de su composición florística se encuentran especies invasivas como *P. arachnoideum*, *Rubus* sp., *Smilax* sp. y *Munnozia* sp., que modifican la estructura del matorral andino convirtiéndolo en un tipo de vegetación densa.

Las especies más importantes ecológica y estructuralmente del matorral andino son arbustos como *Lepechinia mutica* (Benth.) Epling (29,35 %) *Dendrophorbium scytophyllum* (Kunth) C. Jeffrey (22,47 %) y *Pappobolus acuminatus* (S.F. Blake) Panero (8,15 %), con una representación del 84 % de individuos, probablemente favorecidas por el incendio forestal. También se encuentran formando parte de esta estructura las especies arbóreas *Alnus acuminata* Kunth con un IVI de 2,09% y *Clethra fimbriata* Kunth con 1,24%.

La regeneración natural del matorral andino es considerada como adecuada, constituida por especies arbóreas y arbustivas, con mayor representación de brinzales con 866 individuos; siendo las especies con mayor regeneración el arbusto *Dendrophorbium scytophyllum* (Kunth) C. Jeffrey, y árbol *Clethra fimbriata* Kunth.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Loja, Dirección General de Investigaciones, por el financiamiento del Proyecto de Investigación “Procesos ecológicos de la vegetación en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, UNL, Fase III”, y a todo el equipo del proyecto: director, docentes investigadores, técnicos y tesistas.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Luis Muñoz-Chamba, dirección de la investigación, redacción, análisis e interpretación de la información, revisión y corrección del manuscrito. Evelyn Ulloa, trabajos de levantamiento de información en campo, análisis e interpretación de la información, redacción del manuscrito. Johana Muñoz, revisión y corrección del manuscrito. Zhofre Aguirre, dirección del proyecto de investigación, revisión y corrección de la versión final.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Mendoza, Z., Díaz Ordoñez, E., Muñoz Chamba, J., & Muñoz Chamba, L. (2019). Sucesión natural bajo plantaciones de *Pinus radiata* D. Don (Pinaceae) y *Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtaceae), en el sur del Ecuador. *Arnaldoa*, 26(3), 943–964. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26306>
- Aguirre Padilla, N., Gaona Ochoa, T., & Samaniego Rojas, C. (2019). Valoración ecológica y económica del Parque Universitario Francisco Vivar Castro, Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 26(1), 305–324. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.261.26114>
- Aguirre, Z. (2019). *Métodos para medir la biodiversidad*. Universidad Nacional de Loja.
- Armenteras, D., González, T. M., Vargas Ríos, O., Meza Elizalde, M. C., Oliveras, I., Armenteras, D., González, T. M., Vargas Ríos, O., Meza Elizalde, M. C., & Oliveras, I. (2020). Incendios en ecosistemas del norte de Suramérica: Avances en la ecología del fuego tropical en Colombia, Ecuador y Perú. *Caldasia*, 42(1), 1–16. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v42n1.77353>
- Baquero, F., Sierra, R., Ordóñez, L., Tipán, M., Espinosa, L., Rivera, M. B., & Soria, P. (2004). *La vegetación de los Andes del Ecuador*. FlacsoAndes. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/118747-opac>
- Cabrera-Amaya, D. M. (2021). Riqueza, composición florística y estructura de la vegetación silvestre en la zona rural de las cuencas de las quebradas Yomasa y Fucha, Bogotá, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(176), 761–776. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1255>
- Climate-Data. (2022). *Clima Loja: Temperatura, Climograma y Tabla climática para Loja—Climate-Data.org*. <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-de-loja/loja-4233/>
- CONABIO. (2021). *Matorrales*. Biodiversidad Mexicana. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/Matorral>

- Das, D. S., Dash, S. S., Maity, D., & Rawat, D. S. (2021). Population structure and regeneration status of tree species in old growth Abies pindrow dominant forest: A case study from western Himalaya, India. *Trees, Forests and People*, 5, 100101. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2021.100101>
- Fernández-Méndez, F., Velasco-Salcedo, V. M., Guerrero-Contecha, J., Galvis, M., & Neri, A. V. (2016). Recuperación ecológica de áreas afectadas por un incendio forestal en la microcuena Tintales (Boyacá, Colombia). *Colombia Forestal*, 19(2), 143–160. <https://doi.org/10.14483/uidistrital.jour.colomb.for.2016.2.a02>
- Gallegos, S. C., Beck, S. G., Hensen, I., Saavedra, F., Lippok, D., & Schleuning, M. (2016). Factors limiting montane forest regeneration in bracken-dominated habitats in the tropics. *Forest Ecology and Management*, 381, 168–176. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.09.014>
- García, X., Bartola, S., & Chavelas, J. (2021). Regeneración natural en sitios afectados por el huracán Gilberto e incendios forestales en Quintana Roo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 17 (72). <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/1066?articlesBySameAuthorPage=2>
- Gómez, P., Hahn, S., & San Martín, J. (2009). Estructura y composición florística de un matorral bajo plantaciones de Pinus radiata D. Don en Chile central. *Gayana. Botánica*, 66(2), 256–268. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432009000200010>
- González, P. (2017). *Impacto de los incendios forestales en suelo, agua, vegetación y fauna*. Biblioetca del Congreso Nacional de Chile. <https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmTIPO=DOCUMENTOCOMUNICACIONCUENTA&prmID=39186>
- Gutiérrez-Bonilla, F. de P., Baptiste E., M. P., García L., L. M., Cárdenas T., J., Salgado-Negret, B., Vásquez Valderrama, M., Castellanos-Castro, C., González, R., Aguilar-Garavito, M., Castaño, N., Rodríguez, W., Marín, N. L., Peláez, N., Castaño, A., López Camacho, R., Beltrán-Gutiérrez, H. E., Vargas, W., Estrada Castillo, S. M., Andrade Erazo, V. Y., & Reyes, S. (2017). *Plantas exóticas con alto potencial de invasión en Colombia*. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32935>
- Jordano, P., Zamora, R., Marañón, T., & Arroyo, J. (2002). Claves ecológicas para la restauración del bosque mediterráneo. Aspectos demográficos, ecofisiológicos y genéticos: *Ecosistemas*, 11(1), Article 1. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/308>
- León Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa-Ulloa, C., & Navarrete, H. (2011). *Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador*.
- Medina, J. (2018). *Diversidad Florística y estimación de la captura de carbono en tres ecosistemas del parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, cantón Loja, Ecuador* [Pregrado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/21532>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. (Subsecretaría de Patrimonio Natural.).
- Muñoz-Chamba, L. F., Cabrera, B., Muñoz, J., & Aguirre, Z. (2021). Parámetros poblacionales de tres especies arbóreas del bosque andino en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 11(1), 128–147.
- Parra Rondinel, F., Torres Guevara, J., & Ceroni Stuva, A. (2004). Composición florística y vegetación de una microcuena andina: El Pachachaca (Huancavelica). *Ecología Aplicada*, 3(1–2), 9–16.

Muñoz-Chamba, L., et al. (2022). Composición y diversidad florística del matorral andino afectado por incendios forestales en el sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 12(2): 13-25. <https://doi.org/10.54753/blc.v12i2.1616>

- Paz, H., Ortiz-Alcaraz, A., & del-Val, E. (2022). The effects of the aggressive species *Pteridium caudatum* on the vegetation of Socorro Island: Restoration challenges and opportunities. *Journal for Nature Conservation*, 67, 126160. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2022.126160>
- Reyes-Bueno, F., & Balcazar-Gallegos, C. (2021). Factores que inciden en la probabilidad de ocurrencia de incendios forestales en Ecuador. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 11(1), 50–60. <https://doi.org/10.29166/revfig.v11i1.2634>
- Ron. (2022). *Regiones naturales del Ecuador*. BIOWEB. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://bioweb.bio/regionesNaturales.html#:~:text=7.-,Matorral%20Interandino,Occidental%20y%20la%20Cordillera%20Oriental>.
- RStudio Team. (2020). *RStudio: Integrated Development for R*. Rstudio. <http://www.rstudio.com/>.
- Sarango-Cobos, J., Muñoz, J., Muñoz, L., & Aguirre, Z. (2019). Impacto ecológico de un incendio forestal en la flora del páramo antrópico del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 9(2), 101–114.
- Smith, T. M., & Smith, R. L. (2007). *Ecología 6/e*. Pearson Educación. <https://books.google.com.ec/books?id=AdPSNAAACAAJ>
- Souza-Alonso, P., Saiz, G., García, R. A., Pauchard, A., Ferreira, A., & Merino, A. (2022). Post-fire ecological restoration in Latin American forest ecosystems: Insights and lessons from the last two decades. *Forest Ecology and Management*, 509, 120083. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120083>
- Zhang, H., Tao, J., Wang, L., Zuo, J., Wang, Y., He, Z., Liu, J., & Guo, Q. (2011). Influences of herbaceous vines on community characteristics in pioneer succession stages. *Acta Ecologica Sinica*, 31(4), 186–191. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2011.03.005>
- Zimmermann, L. N. L., Closs, A. R. E., & Rodríguez, S. M. A. (2021). Dinámica de incendios forestales en la Reserva para Parque Nacional San Rafael, Paraguay, periodo 2007-2017. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, 26(1), 17–34. <https://doi.org/10.32480/rscp.2021.26.1.17>

Utilización de especies vegetales en los recintos San Ramón y Sántima del cantón Quinindé – Esmeraldas

Use of plant species in the San Ramón and Sántima enclosures of the Quinindé – Esmeraldas canton

Alfredo Jiménez-González ^{1*}
Kerlly Macías-Ruiz ²
Elen Sánchez-Cisneros ²
Ginger Pionce-Andrade ¹

¹ Docente Investigador de la Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.

² Ingeniera Forestal, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador.

*Autor para correspondencia: alfredo.jimenez@unesum.edu.ec
DOI: <https://doi.org/10.54753/blc.v12i2.1606>

Recibido: 20/09/2022

Aceptado: 17/12/2022

RESUMEN

El Ecuador posee gran diversidad de especies de flora y fauna, que proveen productos que son aprovechados para diversos usos, al mismo tiempo representan una fuente de beneficios culturales, sociales y económicos para las comunidades rurales del país. Esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar la utilización de especies vegetales en los recintos San Ramón y Sántima del cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas. Se aplicaron 392 entrevistas semiestructuradas las cuales fueron dirigidas a pobladores de dichas comunidades. La entrevista contó con 14 preguntas y se tuvo en cuenta cinco grupos etarios. Se analizaron el índice de valor de uso y nivel de uso significativo Tramil. Se identificaron 59 especies de plantas que proveen algún producto. Las especies con mayor valor de uso fueron, *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf, *Origanum vulgare* L., *Mentha spicata* L., *Eryngium foetidum* L., *Annona muricata* L., *Crescentia cujete* L. y *Bixa orellana* L. Las categorías con mayor valor de uso resultaron, alimentos y bebidas (59 especies), medicina humana (42 especies) y ornamentales (12 especies). *Annona muricata* L., tiene mayor representatividad evidenciado en el nivel de uso superior al 50 % de significancia, seguido de *Inga edulis* Mart, *Origanum vulgare* L., *Mentha spicata* L. y *Eryngium foetidum* L. Gran parte de estos productos son utilizados como una alternativa para satisfacer las necesidades de la población rural en la región.

Palabras clave: Etnobotánica, especies, usos, bosques, rural.

ABSTRACT

Ecuador has a great diversity of flora and fauna species, which provide products that are used for various uses, at the same time representing a source of cultural, social and economic benefits for rural communities in the country. This research was carried out with the objective of evaluating the use of plant species in the San Ramón and Sántima precincts of the Quinindé canton, Esmeraldas province. 392 semi-structured interviews were applied, which were directed to residents of these communities. The interview had 14 questions and five age groups were taken into account. Tramil use value index and level of significant use were analyzed. 59 species of plants that provide some product were identified. The species with the highest use value were *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf, *Origanum vulgare* L., *Mentha spicata* L., *Eryngium foetidum* L., *Annona muricata* L., *Crescentia cujete* L. and *Bixa orellana* L. The categories with the highest use value were food and beverages (59 species), human medicine (42 species), and ornamentals (12 species). The *Annona muricata* L., has greater representativeness, evidenced by the an lof use greater an 50% of significance, followed by *Inga edulis* Mart, *Origanum vulgare* L., *Mentha spicata* L., and *Eryngium foetidum* L. Many of these products are used as an alternative to meet the needs of the rural population in the region.

Keywords: Ethnobotany, species, uses, forests, rural.

INTRODUCCION

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO, 2022), en su versión resumida del estado de los bosques del mundo 2022, menciona que, “los bosques y los árboles constituyen activos valiosos que, a través de las vías forestales, pueden contribuir a la labor de recuperación y a la creación de economías locales más resilientes”.

Al respecto Añazco et al. (2010), señala que, además de ofrecer madera de valor comercial son también fuentes de Productos Forestales no Maderables (PFNM), los cuales cumplen un papel importante en la vida y bienestar de las poblaciones rurales, comunidades indígenas y campesinas. Estos a su vez son fuente de alimentos, medicina humana (López-Beltrán, Urgilés, & Aguirre, 2021), colorantes, fibras forrajes, energía, aceites (Aguirre y Aguirre, 2021), medicina veterinaria y en cercos vivos (Quito-Ulloa et al., 2021), en artesanías, forraje, fibra, construcciones y materiales de construcción, saborizantes, tintes, abonos (Pineda et al., 2019a) y usos en ritos religiosos/espirituales, herramientas de labranza (Minga et al., 2017), siendo fuente de empleo y generación de ingresos.

Por otro lado, el aprovechamiento de los PFNM cada vez es mayor y ha ganado reputación como una estrategia para integrar, a través del uso sustentable, la conservación de los recursos forestales con el desarrollo económico y social de los pueblos. Sin embargo, no tienen suficiente reconocimiento y valoración por parte de las entidades públicas y privadas encargadas de la planificación, ejecución y evaluación de políticas, planes, programas y proyectos de desarrollo y manejo de recursos. Esta situación, se debe a que la ordenación forestal tradicional, completa a los bosques solo como fuente de madera; además el valor de los PFNM es marginal, de carácter local y su comercialización se realiza de manera informal. Por lo general los PFNM, son considerados productos secundarios del bosque (Aguirre & Aguirre, 2021).

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal, evaluar la utilización de especies vegetales de los recintos San Ramón y Sántima del cantón Quinindé – Esmeraldas. Durante los trabajos de campo se aplicó una entrevista semiestructurada donde se abordaron aspectos socioculturales entre los que se encuentra la edad, el género, el nivel educacional; y otros aspectos etnobiológicos como las especies de plantas y animales que proveen de productos forestales no maderables en el área de estudio.

■ MATERIALES Y MÉTODOS

Características del Área de Estudio

San Ramón y Sántima son recintos rurales pertenecientes al cantón Quinindé de la provincia de Esmeraldas, ubicados a 12,15 km de la ciudad, comprenden una extensión territorial de 23,61 y 13,94 ha respectivamente, ubicados entre las coordenadas UTM X: 669879; Y: 10036058.

Para llevar a cabo este trabajo se realizaron múltiples visitas al campo, con el presidente de cada uno de los recintos, con el propósito de obtener información para determinar la cantidad de personas a entrevistar. Y así demostrar *in situ* los usos más comunes de los PFNM en los recintos San Ramón y Sántima pertenecientes al cantón Quinindé – Esmeraldas.

Procedimiento Estadístico

Para identificar los productos forestales no maderables de origen vegetal y animal, se adoptó la metodología utilizada por Ávila (2010), que consiste en utilizar el método de entrevistas semiestructuradas, con apoyo de los criterios mencionados por Giraldo (2008); Jiménez et al. (2010); Moran et al. (2021); Jiménez et al. (2021).

Para determinar el número total de personas a entrevistar en los dos recintos del cantón Quinindé - Esmeraldas, se aplicó un muestreo probabilístico aleatorio simple, y para establecer el tamaño de la muestra se utilizó la ecuación propuesta por Torres et al. (2006). Según estos autores, cuando se conoce el tamaño de la población, la muestra necesaria es más pequeña y su tamaño se determinó mediante la Ecuación 1.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2(N-1) + Z_a^2 * p * q} \quad [1]$$

Donde: N = tamaño de la población, Z = nivel de confianza, p = probabilidad de éxito, o proporción esperada, q = probabilidad de fracaso, e = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

A partir de resolver la ecuación antes mencionada, se obtuvo un total de 242 y 150 entrevistas en San Ramón y Sántima, respectivamente para un total de 392 entrevistas.

Descripción de los Instrumentos

En la elaboración de la entrevista semiestructurada, se tuvo en cuenta los criterios de la Baker et al. (2001), citado por Jiménez et al. (2010), Aguirre (2012), Aguirre et al. (2012); Jiménez et al. (2017); Jiménez et al. (2018) y Jiménez et al. (2021), con modificaciones de los autores.

La entrevista dirigida a moradores de los recintos San Ramón y Sántima del cantón Quinindé – Esmeraldas, contó con un total de 14 preguntas en las cuales se establecen aspectos etnobiológicos y socioculturales, como se describe a continuación.

Aspectos personales censados en la entrevista: edad, género, nivel de escolaridad.

Aspectos etnobotánicos presentes en la entrevista:

¿Visita el bosque con el objetivo de recolectar algún producto diferente de la madera?

¿Qué tipo de productos adquiere usted del bosque?

Ambiente donde crecen las plantas (hábitat)

¿Qué usos tienen los productos o recursos que obtiene de las plantas?

¿Qué partes de la planta se aprovecha?

Forma de uso de los productos

¿Con qué frecuencia se dirige al bosque con la finalidad de aprovechar los productos derivados de plantas?

¿Cuál es su percepción de abundancia de las especies de plantas?

Distancia del bosque o vegetación donde colectan las plantas o partes de estas (km)

Objeto de la cosecha de las especies de plantas o partes de ellas

Época de recolección de las especies vegetales o partes de ellas

Según su conocimiento existe alguna ley que regule utilizar alguna especie vegetal.

Índice de Valor de uso

Para determinar el valor de uso de las especies considerando que algunas plantas presentan varios usos, se aplicó el enfoque de sumatoria de usos concebida como el número de usos sumado dentro de cada categoría de PFM que permite evaluar el valor de uso de una especie (Boom, 1989; Boom, 1990; Phillips, 1996 citado por Aguirre, 2013) y Rojas (2016), para ello se utilizó la Ecuación 2.

$$IVUs = \frac{\sum_i UVis}{n_s} \quad [2]$$

Donde: UVis = número de usos mencionados por cada informante (i), para cada especie (s).

ns = número de informantes entrevistados.

Nivel de uso Significativo Tramitil

Para estimar el nivel de uso significativo para cada especie y verificar su aceptación cultural, se utilizó la metodología descrita por Germosén-Robineau (1995); Aguirre (2013); Zambrano et al. (2015); Jiménez et al. (2021). El UST se calculó dividiendo el número de citas de uso para cada especie (s), entre el número de informantes encuestados, como se presenta en la Ecuación 3.

$$UST = \frac{Uso\ especie\ (s)}{Nis} * 100 \quad [3]$$

Donde: Uso especie (s) = número de citas para cada especie, Nis = número de informantes encuestados.

■ RESULTADOS

Identificación de las especies que proveen recursos en los recintos San Ramón y Sántima del cantón Quinindé – Esmeraldas

Se registraron 66 especies citadas por los entrevistados, pero 24 las especies mayormente mencionadas por parte de los pobladores de ambos recintos. En la Tabla 1 se presentan las principales especies proveedoras de recursos, o con algún un uso reconocido por los pobladores de los recintos objeto de estudio.

Tabla 1. Distribución de las principales especies que proveen recursos, según el número de citas en los recintos San Ramón y Sántima.

Nº	Especies	Número Citaciones
1	<i>Annona muricata</i> L.	220
2	<i>Inga spectabilis</i> (Vahl) Willd	200
3	<i>Musa paradisiaca</i> L.	200
4	<i>Mentha piperita</i> L.	206
5	<i>Inga edulis</i> Mart.	205
6	<i>Chamaerops humilis</i> L.	190
7	<i>Citrus sinensis</i> Osbeck	190
8	<i>Citrus paradisi</i> Macfad	186
9	<i>Phytelephas aequatorialis</i> Spruce	185
10	<i>Musa acuminata</i> Colla.	180
11	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth	180
12	<i>Kalanchoe pinnata</i> (Lam) Pers.	177
13	<i>Persea americana</i> Mill.	175
14	<i>Valeriana officinalis</i> L.	170
15	<i>Manihot esculenta</i> Crantz.	170
16	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	165
17	<i>Eryngium foetidum</i> L.	160
18	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	160
19	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson)	160
20	<i>Origanum vulgare</i> L.	150
21	<i>Bixa orellana</i> L.	150
22	<i>Astrocaryum vulgare</i> Mart.	140
23	<i>Mentha spicata</i> L.	125
24	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf.	120

Como se aprecia en la Tabla 1, de las 66 especies citadas por los entrevistados, fueron 24 las especies mayormente mencionadas por parte de los pobladores de ambos recintos, las especies con mayor número de citas fueron: *Annona muricata* L., *Inga spectabilis* (Vahl) Willd, *Musa paradisiaca* L., *Mentha piperita* L. e *Inga edulis* Mart .

Indagación de los aspectos personales censados en la entrevista.

Los datos resultantes de la edad, en el recinto San Ramón existe un rango mayor de personas de 60 años o más, mientras que en Sántima el rango de edad con mayor frecuencia es de 50 años. A decir de los resultados relacionados con el género de las personas entrevistadas en los Recintos San Ramón y Sántima, se obtuvo que en su mayoría fue el género masculino con un total de 147 y 92 individuos en ambos recintos respectivamente. Los resultados relacionados al nivel de escolaridad que poseen los entrevistados de los Recintos San Ramón y Sántima, corresponden al nivel primaria.

Indagación sobre los aspectos etnobiológicos presentes en la entrevista.

Los resultados correspondientes a la visita del bosque realizada por los habitantes entrevistados en los Recintos San Ramón y Sántima, demuestran que en su mayoría (54,85 %), no visitan el bosque y solo el 45,15 % acuden al bosque con la finalidad de recolectar algún recurso que proveen las plantas.

La época seca resultó la más frecuente para la recolección de las especies utilizadas, según los pobladores de los recintos en estudio (86,48 %), debido a la facilidad de acceder al ambiente donde crecen dichas especies; sin embargo, existen algunas plantas que se recolectan en época de lluvia abarcando el 13,52 % en esta categoría. La distancia que recorren los pobladores de los recintos San Ramón y Sántima para recolectar las especies utilizadas con alguna finalidad, resultó de 0 - 5 km.

En relación con el origen y objeto de cosecha, se registró el uso de 58 especies de plantas. Por otra parte, indicaron que la cosecha de las especies utilizadas en la categoría para consumo es de 87,76 %, mientras que en la categoría de venta-consumo señalaron un 12,24 %. Cabe recalcar que en ambos recintos la categoría de venta no tuvo citaciones debido a que los pobladores ven más beneficioso adquirir el producto para sí mismos y si se llegara a su venta, sería en pequeñas proporciones.

En el caso de los resultados con respecto al ambiente donde crecen las plantas citadas por los entrevistados de los Recintos San Ramón y Sántima, estos mencionaron que la mayoría de especies se desarrollan en bosque natural con un porcentaje mayor al 40 %, asimismo, mencionaron que crecen con menor proporción en áreas abiertas.

En la Tabla 2 se muestra los usos más frecuentes de las especies vegetales en los recintos San Ramón y Sántima, según los entrevistados.

Tabla 2. Frecuencia de usos de las plantas en los recintos San Ramón y Sántima.

Usos de los PFSM		
Categorías	Nº de Especies	%
Alimentos y bebidas	59	43,07
Medica humana	42	30,66
Ornamentales	12	8,76
Aceites esenciales	6	4,38
Artesanías	6	4,38
Místico/ Rituales	5	3,65
Materiales de construcción / Herramienta de labranza	3	2,19
Colorantes y tintes	2	1,46
Tóxicos	1	0,73
Látex, resinas	1	0,73

En base a la información obtenida por medio de la entrevista dirigida a los pobladores de ambos recintos, se determinaron las categorías de uso más frecuentes, en este sentido, la principal alimentos y bebidas (59 especies), medica humana (42 especies) y ornamentales (12 especies), mientras que, en las categorías de medicina veterinaria, forraje y fibras para cercos, sogas y construcción no se registraron especies con algún uso. Con referencia a lo anterior, las especies más utilizadas resultaron ser: *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf, *Eryngium foetidum* L., *Annona muricata* L., *Guadua angustifolia* Kunth, *Crescentia cujete* L. y *Bixa orellana* L.

Los resultados de las partes de las plantas que son aprovechadas por los pobladores de los Recintos San Ramón y Sántima, se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Distribución de frecuencia de las partes de la planta aprovechados por los entrevistados en los recintos San Ramón y Sántima.

Partes de las plantas	Frecuencia de citaciones	%
Hojas	280	35,67
Frutos	150	19,11
Tallo	135	17,2
Raíz	90	11,46
Toda la planta	80	10,19
Flores	50	6,37

De acuerdo con lo que se muestra en la Tabla 3, las hojas son la parte que más aprovechan, con valores por encima del 30 % seguido de las flores con 19,11 %.

En la Figura 1, se muestran las formas de consumo de las especies que proveen recursos, según los entrevistados en San Ramón y Sántima.

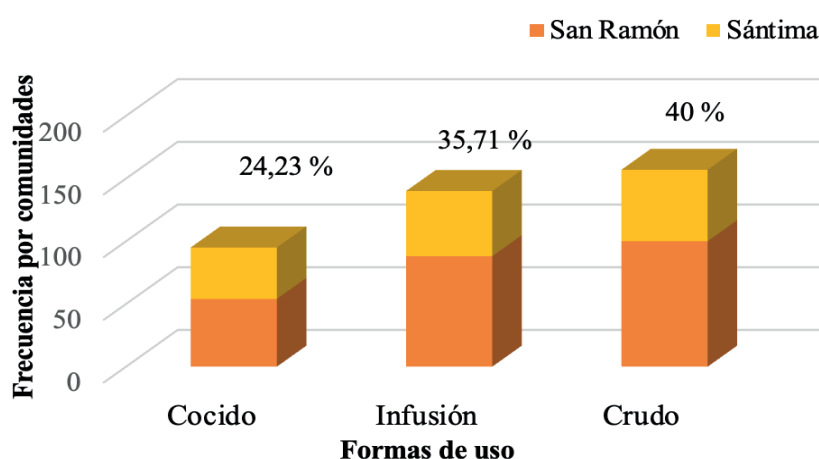


Figura 1. Distribución de frecuencia de las formas de uso de las especies vegetales en los recintos San Ramón y Sántima.

Según se muestra en la figura anterior, el 40 % de los entrevistados dijo que, la parte de la planta que utilizan, la consumen de manera cruda, de ellos, el 35,71 %, en infusión y el 24,23 % refirieron consumirla de manera cocida.

La frecuencia con la que los moradores de ambos Recintos se dirigen al bosque con la finalidad de aprovechar plantas o partes de estas, resultó en su mayoría poco frecuente con un 96,94 % y 3,06 % medianamente frecuente. Por otra parte, el 100 % de los entrevistados dijo que su percepción de abundancia de dichas especies utilizadas con alguna finalidad, es que hay pocas.

Estimación del índice de valor de uso y el nivel de uso significativo Tramil (UST)

El valor de uso representa el número de veces en las que una especie puede ser utilizada en diferentes formas o usos. En la Tabla 4 se presentan las diez especies que mostraron el mayor valor de uso señalado por los entrevistados en los recintos San Ramón y Sántima.

Tabla 4. Especies con mayor índice de valor de uso (VU) en los recintos San Ramón y Sántima

Nombre científico	Categorías de Uso														VU
	AB	AE	Art	M.H	Tó	L/R	C/T	Fo	M/R	Or	M.I	Fi	MC/H		
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC)Stapf.	x	x		x						x				4	
<i>Origanum vulgare</i> L.	x	x		x						x				4	
<i>Mentha spicata</i> L.	x	x		x						x				4	
<i>Eryngium foetidum</i> L.	x			x						x				3	
<i>Annona muricata</i> L.	x			x										3	
<i>Crescentia cujete</i> L.	x		x	x										3	
<i>Bixa orellana</i> L.	x						x		x					3	
<i>Guadua angustifolia</i> Kunth			x										x	2	
<i>Citrus reticulata</i> Blanco	x			x										2	
<i>Musa paradisiaca</i> L.	x			x										2	

Categorías de Productos Forestales No Maderables: AB = Alimentos y Bebidas; AE = Aceites esenciales; Art = Artesanías; M.H = Medicina humana; M.V = Medicina veterinaria; Tó = Tóxicos; Lavar/Pescar/Insecticida; L/R = Látex, resinas; CT = Colorantes y tintes; Fo = Forraje; M/R = Místico/ Rituales; Or = Ornamentales; M.I = Miel de insectos; Fi = Fibra para cercos, sogas y construcciones; MC/H = Materiales de construcción/Herramientas de labranza.

A decir de los valores que se muestran en la Tabla 4, los alimentos y bebidas, la medicina humana, las especies ornamentales y los aceites esenciales, resultaron ser las categorías con mayor valor de uso, según lo expresaron los pobladores entrevistados. Las especies, *Cymbopogon citratus* (DC)Stapf., *Origanum vulgare* L., y *Mentha spicata* L. poseen cuatro usos, a saber: alimentos y bebidas, aceites esenciales, medicina humana y ornamental; por su parte, al referirse a las especies *Eryngium foetidum* L., *Annona muricata* L., *Crescentia cujete* L. y *Bixa orellana* L., expresaron usos como, alimentos y bebidas, medicina humana, colorantes y tintes, artesanías, místico y rituales.

En la Tabla 5 se muestran las diez especies con los mayores valores de Nivel Significativo Tramil (UST).

Tabla 5. Resultados del nivel de uso significativo Tramil (UST) en los recintos San Ramón y Sántima.

Especie	Nombre Común	Número de Citaciones	Tramil %
<i>Annona muricata</i> L.	Guanábana	220	56,12
<i>Inga edulis</i> Mart.	Guaba Bejuco	205	52,30
<i>Phytalephas aequatorialis</i> Spruce	Tagua	185	47,19
<i>Origanum vulgare</i> L.	Orégano	150	38,27
<i>Eryngium foetidum</i> L.	Chillangua	160	40,82
<i>Mentha spicata</i> L.	Hierbabuena	125	31,89
<i>Croton lechleri</i> Muell.	Sangre de drago	103	26,28
<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	90	22,96
<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav)	Caimito	89	22,70
<i>Verbena officinalis</i> L.	Verbena	43	10,97

Tal y como se aprecia en la Tabla 5, de las 66 especies citadas por los entrevistados, la *Annona muricata* L., tiene mayor representatividad de nivel de uso con más del 50 %, seguido de *Inga edulis* Mart., *Origanum vulgare* L., *Mentha spicata* L., *Eryngium foetidum* L., entre otras; el nivel de uso más bajo resultó para la especie *Verbena officinalis* L., con menos del 20 % de valor de uso.

■ DISCUSIÓN

Aspectos personales incluidos en la entrevista realizada a pobladores de los recintos San Ramón y Sántima

En lo referente a los grupos etarios, el rango de edad de los pobladores entrevistados en los recintos San Ramón y Sántima, resultó mayor a los 50 años, debido a que los adultos mayores poseen mayor conocimiento que gran parte de la población juvenil desconoce debido a su inexperiencia y aculturización en referencia a los usos de las plantas además del poco interés en el tema, información similar al estudio realizado por Cano et al. (2020) y Angulo et al. (2012), quienes reportaron haber entrevistado a personas que al haber tenido una estrecha relación con la naturaleza son acreedores de saberes y conocedores de los usos tradicionales de especies que proveen productos en esas zonas rurales. En cuanto al nivel de escolaridad de los entrevistados, un 96,17 % mencionaron que tienen estudios básicos y solo un 1,53 % alcanzaron el bachiller.

A decir de la distribución según el género, el 60 % de los entrevistados en los recintos San Ramón y Sántima fueron hombres y menos de 40 % fueron mujeres, similar al estudio de Guamán et al. (2021) en cinco comunidades rurales del Cantón Palanca, donde se señala que el 74,19 % resultaron ser hombres y el 46 % mujeres, contrario a lo reportado por Cano et al. (2021) quienes mencionaron que el 52,63 % fueron mujeres y el 47,37 % fueron hombres.

Aspectos etnobotánicos de la entrevista

En relación con la visita al bosque para recolectar alguna planta o derivado de ésta, el 54,85 % de los entrevistados en el área de estudio, no visitan el bosque, lo contrario a lo publicado por Jiménez et al. (2017); según estos últimos autores, los pobladores de Quimis si acuden al bosque en busca de productos como miel de abejas, polen, cera, partes de la planta de palo santo, entre otros, los cuales constituyen la principal fuente de sustento, seguido de la agricultura familiar o de subsistencia.

Un aspecto importante para estudios de este tipo o similares, es la época de recolección de las especies utilizadas como proveedoras de productos y recursos, así el 86,48 % de los entrevistados mencionaron recolectar plantas o partes de estas en la época seca, similar a lo realizado por Aguirre et al., (2019) en cinco comunidades del cantón Zapotillo, provincia de Loja donde el 90 % de los habitantes recolectan en época seca, debido a su facilidad de acceso a la zona donde se encuentran dichos productos, esto difiere de los reportes de Quito et al., (2021) quienes señalan que en la época lluviosa es cuando con mayor frecuencia los pobladores recolectan las especies proveedoras de recursos.

En lo referente a la distancia desde las viviendas hasta el lugar donde recolectan plantas o partes de estas, el 100 % de los pobladores de los Recintos San Ramón y Sántima, mencionaron hacerlo entre 0 y 5 km, diferente a lo publicado por Guamán et al. (2021) donde los pobladores recorren una distancia media entre 1-5 km y su distancia máxima es 10 km, resultado que corrobora los reportes de Jiménez et al. (2018), donde la distancia desde 0 hasta los 10 km., resultó ser la más frecuente en las comunidades de Andil y en Caña Brava.

En el marco de las observaciones anteriores, Jiménez et al. (2017) reportan que la distancia entre las viviendas y el bosque osciló entre seis y 20 km, dichos autores mencionaron que, cuando los pobladores rurales tienen que recorrer estas distancias para obtener algún producto derivado de plantas, pueden indicar, procesos de empobrecimiento del ecosistema, debido a, por ejemplo, la expansión de la frontera agrícola.

Otro aspecto importante resultó ser que, un total de 58 especies vegetales proveen algún producto o recurso. Gran porcentaje de estos productos son utilizados para el consumo propio de los moradores de dicho lugar, mientras que en una baja proporción también son expuestos a su venta, resultado que corrobora los reportes de Cano et al., (2021), con 70 especies en la cabecera parroquial de Pedro Pablo Gómez del cantón Jipijapa, pero a su vez difiere a lo publicado por Aguirre et al. (2012), en el estudio realizado en los bosques secos del cantón Macará, en la provincia de Loja-Ecuador, donde se lograron identificar 111 especies proveedoras de productos o recursos.

En lo que respecta al ambiente donde crece la planta, los entrevistados en san Ramón y Sántima mencionaron que mayormente encuentran esas especies en los bosques naturales, seguidos de matorrales y áreas abiertas, similar al estudio de Jiménez et al. (2017) donde los productos o recursos de plantas son extraídos mayormente del bosque; y lo publicado por Guamán et al. (2021) quienes señalaron al bosque y las áreas abiertas.

En base a la información obtenida, se determinó que las categorías con mayor frecuencia de uso fueron, alimentos y bebidas; medicina humana y especies ornamentales; entre las especies más utilizadas dentro de las categorías ya mencionadas, mencionaron a *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf., *Origanum vulgare* L., *Mentha spicata* L., *Eryngium foetidum* L., *Annona muricata* L., *Crescentia cujete* L., *Bixa orellana* L., *Citrus reticulata* Blanco y *Musa paradisiaca* L., información que corrobora los trabajos de Jiménez et al. (2017); Zhiñin et al. (2021) y Guamán-Songor et al. (2021); en tanto que difiere de lo publicado por Saldarriaga et al. (2021), quienes mencionaron a las especies *Mentha × piperita* L., *Moringa oleifera* Lam., *Plantago mayor* L., *Ruta graveolens* L. Por otra parte, Morán y Aguirre (2021), publicaron que las plantas son parte de la cultura poblacional de los sectores rurales ecuatorianos.

La hoja es la parte de la planta con mayor índice de aprovechamiento en los dos recintos en estudio lo que coincide con lo publicado por y Quito-Ulloa et al. (2021), quienes mencionaron las hojas y frutos; contrario a lo publicado por Jiménez et al. (2017) que mencionaron la raíz, tallo y rama. Así mismo, lo reportado por Morán y Aguirre (2021) en el estudio realizado en cuatro comunidades de la parroquia Guanazán, cantón Zaruma, provincia de El Oro, manifiestan que las hojas son la parte más utilizada seguido del tallo, hojas, frutos y toda la planta.

Hecha la observación anterior Sánchez-Robles y Torres-Muro (2020), plantearon que la parte de la planta a utilizar no siempre es la misma y que ésta variará según la finalidad de su uso. Es decir, algunas plantas serán más aprovechadas debido a que más partes de la misma tienen utilidad para un determinado uso, mientras que otras son más específicas.

La indagación sobre las formas de consumo de las especies que proveen productos y recursos, dio como resultado que el 40 % de los habitantes de estos sectores consumen de manera cruda; el 35,71 % del mismo en infusión y un 24,23 %, refirió hacerlo de manera cocida; estos resultados son similares al estudio de Hurtado y Ulloa (2013), donde se planteó que el 42,57 % de los pobladores citan que la forma de uso de las especies es sin preparar (crudo), en tanto que difieren en la investigación de Saldarriaga et al. (2021), donde los encuestados mencionaron que la forma en la que usan las plantas es de forma cocida e infusión, similar a los establecido por Aguirre et al. (2019).

La frecuencia con la que los moradores de los recintos en estudio se dirigen al bosque con la finalidad de aprovechar plantas o partes de estas resultó ser, poco frecuente, lo que coincide con lo citado por Jiménez et al. (2017) y Guamán et al. (2021); y a su vez difiere con lo registrado por Morán y Aguirre (2021), quienes reportaron que los pobladores acuden medianamente frecuente al bosque con la finalidad de recolectar algún producto derivado de plantas que necesiten.

Otro de los resultados de esta investigación se refiere a que, el 100 % de los entrevistados de los dos recintos manifestaron que la percepción de abundancia de las especies utilizadas es poca, similar a lo reportado por López et al. (2016), quienes afirmaron que en las comunidades Bellavista, El Progreso, La Cordillera, La Guara su percepción es poco abundante y en El Tablón es medio, lo que coincide con Aguirre et al. (2019) que reportaron una percepción media.

Valor de uso de las especies vegetales utilizadas en los recintos San Ramón y Sántima

El valor de uso alcanzado en ambos recintos del cantón Quinindé, demostró que existen especies que tienen entre 1 a 4 usos; en este sentido, Quito-Ulloa et al. (2021) reportaron que, esto es considerado significativo y a la vez demuestra que en la zona de estudio se siguen usando especies que son una alternativa para satisfacer las necesidades de la población rural.

Referente a lo anteriormente descrito, Carrión et al. (2019), publicaron que las especies con mayor valor de uso son aquellas donde se aprovecha una misma parte de la planta en diferentes formas, tal es el caso de *Eucalyptus citriodora* donde las hojas se utilizan para la extracción de aceites naturales, medicina humana y rituales místicos religiosos.

Las especies con mayor valor de uso mencionadas por los entrevistados son: *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf., *Origanum vulgare* L., *Guadua angustifolia* Kunth, *Mentha spicata* L., *Eryngium foetidum* L., *Annona muricata* L., *Crescentia cujete* L., *Bixa orellana* L., *Citrus reticulata* Blanco y *Musa paradisiaca* L., usadas en las categorías de alimentos y bebidas, medicina humana, artesanías, colorantes y tintes, ornamental y materiales de construcción como lo es *Guadua angustifolia* Kunth. Lo que corrobora el estudio realizado por Rojas (2016), quien reconoció las categorías de alimentos y medicina las que se destacan en cuanto a mayor valor de uso, resultado similar a los estudios de Cano et al. (2021), Martínez et al., (2021) y Saldarriaga et al. (2021).

Nivel de uso Significativo Tramil

Annona muricata L., resultó con mayor representatividad de nivel de uso significativo TRAMIL con más del 50 % seguido de *Inga edulis* Mart., *Origanum vulgare* L., entre otras; lo que difiere de la investigación de Carrión et al., (2019), quienes reportan a *Eucalyptus citriodora* Gancho; por su parte Pineda et al. (2019b) reportaron a *Macleania rupestris* (Kunth) A.C Sm y Quito et al., (2021), que informaron a *Piper aduncum* L., como las de mayor valor Tramil.

CONCLUSIONES

Las principales especies que proveen productos o recursos biológicos citadas en los recintos San Ramón y Sántima del cantón Quinindé – Esmeraldas son *Annona muricata* L, *Inga spectabilis* (Vahl) Willd, *Musa paradisiaca* L, *Inga edulis* Mart y *Mentha piperita* L.

La estimación del índice de valor de uso de especies resultó que, las especies *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf., *Origanum vulgare* L. y *Mentha spicata* L. alcanzaron el valor más alto con el 2, 92 % respectivamente, en tanto que el mayor valor de nivel de uso significativo Tramil (UST) lo alcanzó la especie *Annona muricata* L. con el 56,12 % de significancia.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Mendoza, Z. (2012). *Guía para estudiar los productos forestales no maderables (PFNM). Documento de trabajo para estudiantes de la carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja*. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja. https://www.academia.edu/7802645/Guia_para_estudiar_los_productos_forestales_no_maderables_de_Ecuador
- Aguirre Mendoza, Z., & Aguirre Mendoza, L. (2021). Estado actual e importancia de los Productos Forestales No Maderables. *Bosque Latitud Cero*, 11(1), 71-82. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/925>
- Aguirre Mendoza, Z., Betancourt F, Y., & Geada L, G. (2012). Productos forestales no maderables de los bosques secos del cantón Macará, Loja-Ecuador. *Revista Forestal Baracoa*, 31, 1-10. <https://www.researchgate.net/profile/Zhofre->
- Aguirre Mendoza, Z., Rivera Moran, M., & Granda Monser, V. (2019). Productos forestales no maderables de los bosques secos de Zapotillo, Loja, Ecuador. *Arnaldoa* 26(2), 575-594. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992019000200004
- Añazco, M., Morales, M., Palacios, W., Vega, E., & Cuesta, A. L. (2010). “Sector Forestal Ecuatoriano: propuestas para una gestión forestal sostenible”. Quito, Ecuador: Serie Investigación y Sistematización No. 8. Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION. <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/b80b90faa6ba676f2a621f72f8c7a188.pdf>
- Angulo, C, A. F., Rosero R, R. A., & Gonzáles Insuasti, M. S. (2012). Estudio etnobotánico de las plantas medicinales utilizadas por los habitantes del corregimiento de Genoy, Municipio de Pasto, Colombia. *Revista Universidad y Salud*, 14(2), 168-185. <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v14n2/v14n2a07.pdf>
- Baker, N., Thornber, K., & Wong, J. (2001). *Evaluación de los Recursos de Productos Forestales No Maderos. Experiencias y Principios Biométricos*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Productos Forestales No Maderos. <https://www.fao.org/3/y1457s/y1457s.pdf>
- Cano Mera, R. A. (2021). Componentes de la biodiversidad biológica utilizados por las familias de la cabecera parroquial de Pedro Pablo Gómez, Jipijapa. En A. Jiménez, M. V. Tapia & C. A. Cabrera (Primera ed), *Componentes de la biodiversidad biológica empleados por las familias manabitas en la medicina natural y tradicional* (págs. 185-225). MAWIL. <https://doi.org/10.26820/978-9942-826-71-8>

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO, 2022). Versión resumida de El estado de los bosques del mundo 2022. Vías forestales hacia la recuperación verde y la creación de economías inclusivas, resilientes y sostenibles. Roma: FAO. <https://doi.org/10.4060/cb9363es>
- Guamán-Songor, J., Peña-Tamayo, J., Jaramillo-Díaz, N., & Granda Pardo, J. (2021). Productos forestales no maderables de origen vegetal en cinco comunidades rurales del cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 11(1), 43-56. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/issue/view/75>
- Hurtado Alvarado, S. M., & Ulloa Jumbo, L. M. (2013). Productos Forestales no Maderables (PFNM) de las parroquias amaluzá, Jimbura y Santa Teresita del cantón Espíndola, ubicadas en la zona de influencia del parque nacional Yacuri. *Trabajo de grado*. Universidad Nacional de Loja, Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11779/1/Tesis%20PFNM.%20Z.I.PNY.pdf>
- Jiménez González, A., García López, M. R., Sotolongo Sospedra, R., González González, M., & Martínez Oliva, M. (2010). Productos Forestales no Maderables en la Comunidad Soroa, Sierra del. *Revista Forestal Baracoa*, 29(2), 83-88. <https://www.researchgate.net/publication/316360319>
- Jiménez González, A., Pincay Alcivar, F. A., Ramos Rodríguez, M. P., Mero Jalca, O., & Cabrera Verdesoto, C. A. (2017). Utilización de productos forestales no maderables por pobladores que conviven en el bosque seco tropical, *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 5(3), 270-286. <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/264/html>
- Jiménez González, A., Saltos Arteaga, E. E., Ramos Rodríguez, M. P., Cantos Cevallos, C. G., & Tapia Zuñiga, M. V. (2018). Aprovechamiento y potencialidades de uso de *Phytelephas aequatorialis* Spruce como producto forestal no maderable. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 6(3), 311-326. <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/349/>
- Jiménez González, A., Rosete Blandariz, S., Cantos Cevallos, C. G., Tapia Zuñiga, M. V., Castro Ponce, S. I., Gras Rodríguez, R., & Cabrera Verdesoto, C. A. (2021). *Componentes de la diversidad biológica empleados por las familias manabitas en la medicina natural y tradicional*. Quito, Ecuador: Mawil. <https://doi.org/10.26820/978-9942-826-71-8>
- López-Beltrán, J., Urgilés, N., & Aguirre Padilla, N. (2021). Productos forestales no maderables de origen vegetal en cinco comunidades de la parroquia Zumba, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe. *Bosques Latitud Cero*, 11(1), 28-42.
- López Camacho, R., Navarro López, J., & Caleño, B. (2016). *Productos Forestales no Maderables de CORPOCHIVOR. Una mirada a los regalos de bosque*. Bogotá D.C, Colombia. <http://forestal.corpochivor.gov.co/wp-content/uploads/2016/08/Especies-forestales-no-maderables-de-Corpochivor.pdf>
- Martínez Quijije, A. E. (2021). Evaluación de los componentes de la biodiversidad empleados por las familias de Julcuy en la medicina natural y tradicional. En A. Jiménez, S. Rosete, R. Gras, & M. V. Tapia (Primera ed), *Componentes de la biodiversidad biológica empleados por las familias manabitas en la medicina natural y tradicional* (págs. 90-125). MAWIL. <https://doi.org/10.26820/978-9942-826-71-8>
- Minga, S. R., Díaz, N. J., & Aguirre, Z. (2017). Productos forestales no maderables de origen vegetal de cinco comunidades del cantón Yacuambi, Zamora Chinchipe. *Bosques Latitud Cero*, 7(1).
- Morán Peñaloza, M. A., & Aguirre Padilla, N. (2021). Productos forestales no maderables de cuatro comunidades de la parroquia Guanazán, cantón Zaruma, provincia de EL Oro. *Bosques Latitud*

Cero, 11(1), 57-70. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/900>

- Pineda, C., Jumbo, N., Fernández, P., & Jaramillo, N. (2019a). Productos forestales no maderables en cinco comunidades de la parroquia Manú, Saraguro, provincia de Loja. *Bosques Latitud Cero*, 9(1), 46-57.
- Pineda Armijos, C., Jumbo, N., Fernández, P., & Jaramillo, N. (2019b). Productos forestales no maderables en cinco comunidades de la parroquia Manú, Saraguro, provincia de Loja. *Bosque Latitud Cero*, 9 (1), 46-57. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/585>
- Quito-Ulloa, G., Quito-Ulloa, M., Urgiles-Gómez, N., & Aguirre-Mendoza, Z. (2021). Productos forestales no maderables de origen vegetal de la parroquia Valladolid, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe. *Bosques Latitud Cero*, 11(1), 1-14. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques>
- Saldarriaga Figueroa, B. L. (2021) Evaluación del aprovechamiento de los productos forestales no madereros en cinco comunidades de la parroquia Noboa, Manabí, Ecuador. En A. Jimenez, R. Gras & C. A. Cabrera (Primera ed.), *Componentes de la biodiversidad biológica empleados por las familias manabitas en la medicina natural y tradicional* (págs. 226-254). MAWIL. <https://doi.org/10.26820/978-9942-826-71-8>
- Sánchez-Robles, J. M., & Torres-Muro, L. (2020). Educación, etnonotánica y rescate de saberes ancestrales en el Ecuador. *Espacios*, 41(23), 158-170. <http://www.ifac.revistaespacios.com/a20v41n23/a20v41n23p14.pdf>
- Zhiñin, H., Loja, F., Nankamai, M., Zhingre, S., Lemache, V., & Olalla, E. (2021). Productos Forestales No Maderables y derechos de la naturaleza en el Aja Shuar: caso de estudio parroquia Nankais, cantón Nangaritza, provincia Zamora Chinchipe, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 11(1), 15-27. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/issue/view/75>

Uso del fuego en tierras de vocación forestal del cantón Jipijapa, Manabí, Ecuador

Fire use in forestry vocation lands of Jipijapa canton, Manabí, Ecuador

Tayron Manrique-Toala ¹
Marcos Ramos-Rodríguez ^{1*}
Gabriel De La Cruz-Rosales ³
Yulexy Tigua-Pinela ⁴
Stalin Pincay-Ortega ⁵

¹Profesor. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Manabí, Ecuador.

²Consultor independiente. La Libertad, Santa Elena, Ecuador

³Consultora independiente. Guayaquil, Guayas, Ecuador.

⁴Consultor independiente. Jipijapa, Manabí, Ecuador.

*Autor para correspondencia: marcos.ramos@unesum.edu.ec

DOI: <https://doi.org/10.54753/blc.v12i2.1600>

Recibido: 11/10/2022

Aceptado: 20/12/2022

RESUMEN

Durante las últimas décadas han aumentado en el mundo tanto el número de incendios forestales como las áreas quemadas. Entre las razones que han propiciado este comportamiento se encuentran el cambio climático, el aumento de la población y las políticas de manejo del fuego que no consideraron al fuego como un factor ecológico ni como elemento cultural. Muchas comunidades lo utilizan con frecuencia y a veces se va de control. El objetivo de esta investigación fue analizar el uso del fuego en tierras de vocación forestal del cantón Jipijapa, Manabí, Ecuador. Se utilizó información de la comuna Sancán y la parroquia Membrillal de dicho cantón. La unidad de muestreo fueron los productores agrícolas y la población estuvo delimitada por las personas con edades entre 25 y 74 años. Se aplicó la técnica no probabilística de muestreo por conveniencia y el tamaño de la muestra se calculó con el software *Decision Analyst* STATSTM 2.0. Para obtener la información se utilizó un cuestionario semiestructurado con preguntas abiertas y cerradas. El procesamiento estadístico se realizó con el programa SPSS versión 22.0. Los resultados muestran que el 97,4 % de los encuestados que trabajan la tierra de forma manual, utilizan el fuego para limpiar la tierra de malezas y residuos de cosechas, lo cual hacen fundamentalmente durante los meses de noviembre y diciembre. Este trabajo puede constituir una herramienta importante para la toma de decisiones en el ámbito del manejo integral del fuego.

Palabras clave: Incendios forestales, manejo integral del fuego, prevención de incendios

■ ABSTRACT

Over the last decades, both the number of forest fires and the area burned have increased worldwide. Reasons for this include climate change, population growth and the result of fire management policies that did not consider fire as an ecological and cultural factor. Many communities use it frequently and sometimes it gets out of control. The objective of this research was to analyse the use of fire in forestry vocation lands of Jipijapa canton, Manabí, Ecuador. Information from the Sancán commune and the Membrillal parish of this canton was used. The sampling unit was the agricultural producers, and the population was delimited by people aged between 25 and 74 years old. The non-probabilistic technique of convenience sampling was applied, and the sample size was calculated with the *Decision Analyst STATSTM 2.0* software. A semi-structured questionnaire with open and closed questions was used to obtain the information. Statistical processing was carried out with SPSS version 22.0. The results show that 97.4 % of the respondents who work the land manually use fire to clear the land of weeds and crop residues, which they do during the months of November and December. This work can be a useful tool for decision making in the field of integrated fire management.

Keywords: Forest fires, integrated fire management, fire prevention

■ INTRODUCCIÓN

El hombre ha utilizado el fuego durante milenios y desempeña un papel fundamental en muchos ecosistemas. El uso del fuego para cazar, favorecer las plantas preferidas para la alimentación, el forraje o la fibra, despejar para la agricultura y el pastoreo, facilitar los desplazamientos y controlar las plagas está bien documentado, es histórico y continúa en la actualidad. Este es el caso, en particular, de los países en desarrollo, donde la población depende directamente de los bosques y la agricultura para su sustento y seguridad alimentaria (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2019).

El uso del fuego es una práctica alternativa habitual en las zonas rurales, ya que, en opinión de muchos agricultores, es una técnica eficaz para diversos fines. Esta técnica requiere una serie de precauciones para no incurrir en catástrofes medioambientales, como los incendios forestales (Bonfim *et al.*, 2003). La quema cumple con los objetivos de ahorrar trabajo, controlar las plagas y fertilizar el suelo. Las políticas ambientales sobre el fuego responden a una preocupación ecológica, que desconoce las prácticas de los campesinos en el territorio sobre los usos del fuego (Gutiérrez Navarro *et al.*, 2017).

El fuego permite el contacto de la semilla con el suelo mineral, eliminando la barrera física que los zacatones representan y reducen temporalmente la competencia que las plántulas tendrán con los mismos. El suelo es enriquecido por el lecho de cenizas que posteriormente permitirá a las plántulas contar con más nutrientes (Rodríguez Trejo, 2001). No obstante, el fuego modifica las propiedades físicas y químicas, principalmente los cambios en la materia orgánica, acidez o pH, afectaciones biológicas, estabilidad estructural, porosidad y modificaciones en los nutrientes totales del suelo (Rosero y Osorio, 2013).

Los incendios forestales provocados por prácticas agrícolas inadecuadas son también las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero. En Brasil estas emisiones se deben principalmente a la quema de vegetación autóctona (Pivello, 2011). En Indonesia, por lo general, el medio más rentable para limpiar la tierra es el uso del fuego. Sin embargo, este uso del fuego suele dar lugar a brotes incontrolados, sobre todo en las zonas bajas y durante las prolongadas estaciones secas. En los últimos años, estos incendios incontrolados han tenido un impacto medioambiental, social y económico catastrófico (Sofiyuddin *et al.*, 2021). En la región mediterránea europea, los incendios rurales son un problema ampliamente conocido que provoca graves pérdidas socioeconómicas y consecuencias medioambientales indeseables,

incluyendo la pérdida de vidas, infraestructuras, patrimonio cultural y servicios ecosistémicos como la captación de carbono y el suministro de materias primas (Casau *et al.*, 2022).

En Ecuador, al igual que en muchos otros países, el fuego ha sido y es utilizado por los grupos agricultores como una herramienta eficaz y económica para eliminar residuos de cosechas, limpiar terrenos y renovar los pastos (Ramos Rodríguez *et al.*, 2018). El conocimiento histórico que se tiene de las quemas por parte de los pueblos originarios contribuye a entender el papel que cumple el fuego en ecosistemas naturales tropicales y templados (Huertas Herrera *et al.*, 2019).

En el cantón Jipijapa durante el período 2010 – 2021 ocurrieron 251 incendios forestales, originados en su gran mayoría por descuidos en el uso del fuego en tierras de vocación forestal (Reyes Chancay, 2022). Estas tierras son definidas por Nascimento y Wiecheteck (2014) como las tierras que, debido a sus características físicas del suelo, topografía y pluviosidad, deberían ser mantenidas bajo cobertura boscosa u otra utilización sostenible que evite externalidades negativas relacionadas al suelo y el agua.

En correspondencia con todo lo anterior el objetivo de esta investigación fue analizar el uso del fuego en tierras de vocación forestal del cantón Jipijapa, Manabí, Ecuador. Los resultados obtenidos constituyen un aporte importante sobre el conocimiento de los usos tradicional del fuego en la localidad y en Ecuador, al describir aspectos importantes de la sabiduría ancestral sobre el manejo del fuego, lo cual es necesario preservar, aprender y estudiar científicamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del área de estudio

El trabajo se realizó en el cantón Jipijapa, provincia de Manabí, Ecuador, utilizándose información de la comuna Sancán y de la parroquia Membrillal (Figura 1). Este cantón, formado por tres parroquias urbanas y siete rurales, se encuentra ubicado en el extremo sur de la provincia de Manabí entre las coordenadas 01° 10' - 01° 47' de latitud sur y 80° 25' - 80° 52' de longitud oeste, a 403 km de la ciudad de Quito, capital de Ecuador. Jipijapa limita al norte con los cantones Montecristi, Portoviejo y Santa Ana, al sur con la provincia de Santa Elena y el cantón Puerto López, al este con los cantones Paján y 24 de Mayo y al oeste con el Océano Pacífico (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Jipijapa [GAD], 2015).

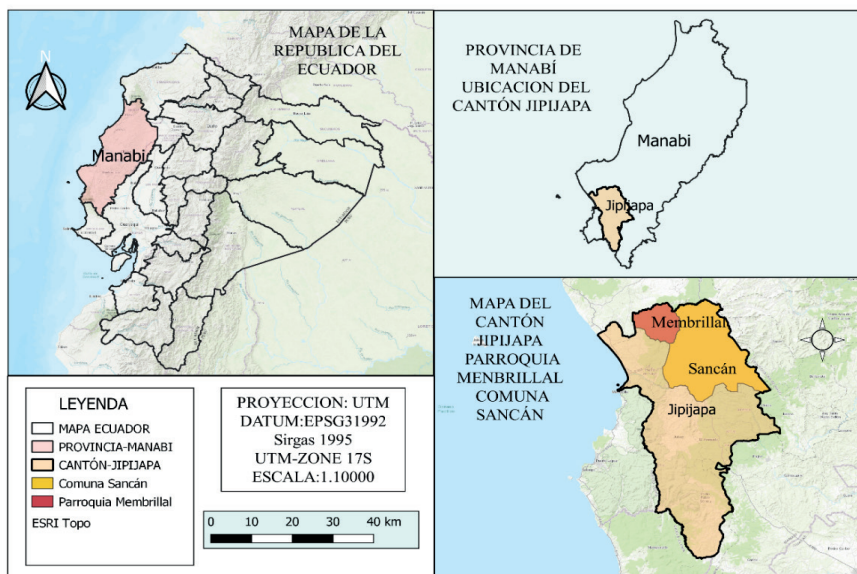


Figura 1. Ubicación del área de estudio

Las localidades en las que se aplicaron las encuestas limitan una con la otra, tienen similar temperatura del aire en el periodo 1981 - 2021 (Sancán 24,23 °C; Membrillal 24,51 °C), la humedad relativa (Sancán 76,14 %; Membrillal 78,03 %), la velocidad del viento (Sancán 2,99 m.s⁻¹; Membrillal 3,35 m.s⁻¹) y la precipitación media anual (Sancán 917,51 mm; Membrillal 930,51 mm). En ambos casos los meses con menos lluvia son agosto, septiembre y octubre (NASA Prediction of Worldwide Energy Resources, 2022).

Recolección y procesamiento de los datos

Para el desarrollo de la investigación se utilizó un diseño no experimental transversal de tipo descriptivo. La unidad de muestreo fueron los productores agrícolas y la población estuvo delimitada por las personas con edades entre 25 y 74 años, quienes viven o trabajan la tierra en las localidades Sancán y Membrillal, cantón Jipijapa, información que se obtuvo de los registros correspondientes existentes en ambos territorios (GAD Jipijapa, 2015). Según el censo poblacional del año 2010 se identificaron en Sancán 800 personas y en Membrillal 1005 personas.

Se aplicó la técnica no probabilística de muestreo por conveniencia calculándose el tamaño de la muestra con el software Decision Analyst STATSTM 2.0 obteniéndose valores de 92 muestras para Sancán y 100 muestras para Membrillal, en correspondencia con lo cual se aplicó un total de 192 encuestas. Para obtener las informaciones se utilizó un cuestionario semiestructurado, con preguntas abiertas y cerradas. Se incluyeron preguntas generales sobre las características de los productores y sus actividades agropecuarias, el uso del fuego y sus efectos. Antes de realizar la investigación se contactó con el presidente y líderes de ambas localidades a quienes se les explicó la importancia del trabajo a realizar. Posteriormente se aprovecharon las reuniones mensuales de los campesinos para aplicar los formularios.

Con todas las preguntas del cuestionario se elaboró una base de datos con ayuda del procesador de cálculo para Windows Microsoft Excel. Todo el procesamiento se realizó con el programa estadístico IBM SPSS *Statistics* versión 22.0 (IBM Corp., 2013). Las frecuencias obtenidas en los resultados son referentes a las variables del cuestionario y no referentes a los entrevistados, cada uno de los cuales pudo o no haber seleccionado en algunos casos una o más opciones de respuesta, por lo que algunas veces las frecuencias absolutas superaron la cantidad de encuestados.

■ RESULTADOS

Características de los productores

En esta investigación 148 de los encuestados (77,1 %) fueron del sexo masculino y 44 del sexo femenino, predominando las edades de 45 a 64 años (48,5 %). Se obtuvo que la mayoría de los encuestados (99,5 %) trabaja la tierra de forma manual. Los 192 encuestados afirmaron que cultivan maíz (*Zea mays* L.). No obstante, 23, 16 y 15 de ellos señalaron que también cultivan arroz (*Oryza sativa* L.), maní (*Arachis hypogaea* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), respectivamente. Puede destacarse que 37 personas (19,2 %) no realizan otra actividad económica. Además de la agricultura, 32 de ellos crían animales, 26 tienen ganado vacuno y 16 venden comida. Los fertilizantes químicos fueron mencionados como los utilizados por 178 encuestados (92,7 %). El resto y también algunos de ellos utilizan fertilizantes orgánicos. El 80,8 % recibe una renta familiar mensual menor a 370 dólares y en el 88,5 % de los casos el número de personas que integran las familias es menor a 5.

Características del uso del fuego

De acuerdo con 158 encuestados (76 %) en estas localidades el uso del fuego es común, aunque 186 de ellos (96,9 %) afirmó que sí lo utilizan. El 79,7 % prefiere para quemar las horas de la mañana y el 16,7 % las horas del mediodía. El 48,1 % de los 192 encuestados aseguraron que siempre queman solos, mientras que 59 (28,4 %) de ellos a veces queman solos y 33 personas (15,9 %) nunca queman solos. En los dos últimos casos ayudan entre 1 y 6 personas, con una media de 1,52.

El fuego es utilizado durante todo el año, pero su uso en noviembre y diciembre fue mencionado 159 (52,5 %) y 100 (33 %) veces, respectivamente, para un total del 85,5 % (Tabla 1).

Tabla 1. Meses en que se usa el fuego y frecuencias en el cantón Jipijapa

Variable	Características	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)
Meses en que se usa el fuego	Enero	7	2,3
	Febrero	2	0,7
	Marzo	2	0,7
	Agosto	10	3,3
	Septiembre	2	0,7
	Octubre	21	6,9
	Noviembre	159	52,5
	Diciembre	100	33,0
Totales		303	100,0

Los efectos del fuego sobre el suelo a largo plazo dependen, además de los parámetros del comportamiento del fuego, de la frecuencia con que se aplique la quema. De un total de 192 personas encuestadas, 137 aseguraron que queman siempre los mismos lugares lo cual se agrava porque el 96,4 % de ellos (132 personas) lo hacen todos los años (Tabla 2). La prueba de Chi cuadrado demostró que no existe asociación estadísticamente significativa entre las variables lugares que queman y frecuencia del uso del fuego ($\chi^2(6) = 2,989$; $p = 0,810$).

Tabla 2. Contingencia entre lugares que las personas queman y frecuencia del uso del fuego en el cantón Jipijapa.

Lugares que las personas queman	Frecuencia del uso del fuego				Total n (%)
	Todos los años	Cada dos años	Cada tres años	Otro periodo	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Siempre los mismos	132 (96,4)	3 (2,2)	1 (0,7)	1 (0,7)	137 (100,0)
Siempre diferentes	43 (95,6)	2 (4,4)	0 (0,0)	0 (0,0)	45 (100,0)
Los mismos después de un tiempo	9 (90,0)	1 (10,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	10 (100,0)
Totales	184 (95,8)	6 (3,1)	1 (0,5)	1 (0,5)	192 (100,0)

Nota: n es el recuento; % dentro de la variable independiente lugares que quema

Con respecto a la forma de hacer la quema el 77 % del total de encuestados afirmó que queman el combustible apilado en hileras, mientras que el 20,9 % prefiere quemar toda el área, es decir, sin apilar los combustibles, mientras que el resto utiliza otras formas citando entre ellas el hacer varias pilas de combustibles distribuidas por toda el área. En el caso de la dirección de la quema la mayoría quema en contra de la pendiente (58 %) mientras que el 32 % lo hace a favor de la pendiente.

En el área objeto de estudio, cuando el fuego se escapa del control de las personas, las técnicas más utilizadas para combatir el fuego son el agua y la tierra. A su vez, la herramienta más utilizada para esta labor es el machete y los equipos de protección más frecuentemente mencionados fueron la ropa de algodón y las gafas (Tabla 3).

Tabla 3. Variables relacionadas con el combate al fuego, características y frecuencias en el cantón Jipijapa

Variables	Características	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)
Técnicas de combate	Uso de agua	101	35,9
	Uso de tierra	83	29,5
	Contrafuego	22	7,8
	Uso de ramas	48	17,1
	Construcción de brechas	27	9,6
Totales		281	100,0
Equipamiento utilizado para el combate	Machetes	170	61,6
	Azadones	18	6,5
	Rastrillos	12	4,3
	Palas	66	23,9
	Tanqueros	6	2,2
	Ramas de árboles	4	1,4
Totales		276	100,0
Equipos de protección	Camisas de manga larga	52	13,3
	Ropa de algodón	143	36,5
	Botas	39	9,9
	Gafas	136	34,7
	Otros	22	5,6
Totales		392	100,0

Fines, beneficios y efectos del uso del fuego

El uso del fuego en el cantón Jipijapa, de acuerdo con los encuestados, se hace con diferentes fines, siendo el más importante la limpieza de terrenos para sembrar o plantar cultivos agrícolas, característica mencionada 184 veces (60,7 %), mientras que con respecto a los beneficios del uso del fuego las características mencionadas con mayor frecuencia fueron ahorrar tiempo (42,7 %) y recursos financieros y materiales (36,5 %) (Tabla 4). Lamentablemente, 146 encuestados (76 %) no saben que existen alternativas al uso del fuego.

Tabla 4. Variables, características y frecuencias asociadas con los fines y beneficios del uso del fuego en el cantón Jipijapa.

Variables	Características	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)
Fines del uso del fuego	Quema de residuos de cultivos agrícolas	50	16,5
	Limpieza de terrenos para sembrar o plantar cultivos agrícolas	184	60,7
	Limpieza de terrenos para sembrar o plantar cultivos forestales	4	1,3
	Quema de pastos	39	12,9
	Eliminar vegetación orillas carreteras	3	1,0
	Hacer carbón	23	7,6
	Total		303
Beneficios del uso del fuego	Ahorrar tiempo	150	42,7
	Ahorrar recursos financieros y materiales	128	36,5
	Lograr que el pasto se renueve	23	6,6
	Aumentar o mejorar la cosecha de determinados cultivos agrícolas	31	8,8
	Eliminar garrapatas e insectos que molestan al ganado	17	4,8
	Otros	2	0,6
Total		351	100,0

Independientemente de la renta familiar la mayor cantidad de personas queman entre 1,1 y 3 ha (Tabla 5) y utilizan el fuego para eliminar los residuos de cosechas y malezas (Tabla 6). La prueba de Chi cuadrado demostró que no existe asociación estadísticamente significativa entre las variables renta familiar y área promedio que queman ($\chi^2(4) = 8,243$; $p=0,083$) y tampoco entre renta familiar y utilización del fuego ($\chi^2(1) = 0,885$; $p=0,347$).

Tabla 5. Contingencia entre renta familiar y área promedio que quema cada persona en el cantón Jipijapa

Renta familiar (USD)	Área promedio que queman					Total n (%)
	≤1 ha n (%)	1,1-3 ha n (%)	3,1-6 ha n (%)	6,1-10 ha n (%)	>10 ha n (%)	
< 370,00	43 (25,6)	98 (58,3)	21 (12,5)	3 (1,8)	3 (1,8)	168 (100,0)
371,0-800,00	3 (12,5)	21 (87,5)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	24 (100,0)
Totales	46 (24,0)	119 (62,0)	21 (10,9)	3 (1,6)	3 (1,6)	192 (100,0)

Nota: n es el recuento; % dentro de la variable independiente renta familiar

Tabla 6. Contingencia entre renta familiar y utilización del fuego en su área de trabajo en el cantón Jipijapa

Renta familiar (USD)	Utilización del fuego		Total n (%)
	Si n (%)	No n (%)	
< 370,00	162 (96,4)	6 (3,6)	168 (100,0)
371,00-800,00	24 (100,0)	0 (0,0)	24 (100,0)
Totales	186 (96,9)	6 (3,1)	192 (100,0)

Nota: n es el recuento; % dentro de la variable independiente renta familiar

La percepción que tienen los productores que fueron encuestados sobre los efectos causados por el fuego en sentido general no es buena. Esto se fundamenta en que el 27,1 % de ellos no saben si este fenómeno causa efectos sobre el suelo y el 13,5 % dice que no causa efectos. Además, el 18,2 % no sabe si el fuego afecta al medio ambiente en general y el 9,4 % afirmó que no lo afecta.

Medidas de prevención de incendios, extinción y capacitación

En el caso de las medidas de prevención para usar el fuego, observar la dirección y velocidad del viento fue mencionada 76 veces de un total de 281 (27%). También mencionaron analizar el tiempo, construir cortafuegos alrededor del área a quemar, observar la pendiente del terreno, avisar a los vecinos y a las autoridades con porcentajes de 15,3; 11,7; 8,2; 5 y 3,2 %, respectivamente. No obstante, un total de 82 veces (29,2 %) dijeron no observar ninguna medida.

De los 192 encuestados 171 de ellos (89,1 %) manifestaron que su área de trabajo no había sido afectada por fuego que viene de afuera de la misma y 166 (86,5 %) que no se ha escapado el fuego del área prevista a quemar. Para combatir el fuego que se va de control 54 encuestados (28,1 %) señalaron que llaman o piden ayuda a sus familiares, 22 (10,6 %) a los vecinos, 19 (9,1 %) a los amigos y 1 (0,5 %) a las autoridades, mientras que 96 (46,2 %) deja que el fuego se apague solo.

El 96,3 % de los encuestados dijo no haber recibido capacitación alguna sobre el uso del fuego y los incendios forestales. No obstante, ha llegado alguna información sobre estos temas a través de la radio, la televisión y el periódico, medios mencionados 111, 105 y 52 veces, respectivamente.

■ DISCUSIÓN

Características del uso del fuego

Según los resultados obtenidos en esta investigación el 76 % de los encuestados afirmó que el uso del fuego en Jipijapa es común. Este comportamiento no coincide con los resultados de Bonfim *et al.* (2003) en el Parque Estatal Sierra del Brigadero (PESB), lugar donde la mayoría de los encuestados mencionaron que el uso del fuego fue común por muchos años, pero que en la actualidad ya no lo era. No obstante, los resultados sí coinciden con la investigación de Ramos-Rodríguez *et al.* (2021) en la parroquia Ayacucho, cantón Santa Ana, Manabí, Ecuador, según la cual el 94,7 % de los encuestados dijeron que el uso del fuego sigue siendo común; y con el estudio de Da Silva Santos (2010) en los municipios de Cacimba de Areia y São Mamede de Patos, Paraíba, Brasil, donde el 100 y 75 % de los entrevistados, respectivamente, indicaron que el uso del fuego es común.

En las tierras de vocación forestal del cantón Jipijapa el fuego es utilizado durante todo el año, pero su uso aumenta en noviembre, último mes del periodo seco y diciembre, que aunque se ubica al inicio de la época de lluvias, las mismas son muy pocas. Esta condición incide directamente en el porcentaje de humedad de los combustibles, por lo que en ellos se logra una mayor reducción de la carga de combustibles, primer objetivo de quienes utilizan el fuego. Después de esto, en enero, comienza la siembra del maíz y otros cultivos. Comportamiento similar fue reportado por Ramos-Rodríguez *et al.* (2021) en el cantón Santa Ana, Manabí, Ecuador. Estos resultados no coinciden con los reportados por Bonfim *et al.* (2003) ya que en el PESB los agricultores utilizan el fuego en los meses de junio a octubre. Tampoco con la información obtenida por Da Silva Santos (2010) en el municipio de Patos, Paraíba, Brasil, donde siempre queman en los meses de septiembre y diciembre. No obstante, en todos los casos, los meses donde la quema es más frecuente, se ubican en el periodo seco de cada región.

Fines, beneficios y efectos del uso del fuego

Con respecto a los fines del uso del fuego la característica más mencionada por los encuestados fue la limpieza de terrenos para sembrar o plantar cultivos agrícolas con una frecuencia relativa del 60,7 %. Estos resultados concuerdan con los publicados por autores tales como Bonfim *et al.* (2003) en el PESB, Brasil; Da Silva Santos (2010) en el municipio de Patos, Paraíba, Brasil; Ramos-Rodríguez *et al.* (2021) en la parroquia Ayacucho, cantón Santa Ana, Manabí, Ecuador; y por Alcívar Cobeña y Cedeño Luna (2021) en la parroquia Convento, cantón Chone, Manabí, Ecuador. Los resultados tienen diferencia con lo reportado por De Assunção *et al.* (2017) en el asentamiento de Vale Verde donde el uso más común del fuego es para limpiar la tierra de hojas y ramas que caen cerca de las casas y quemar los desechos domésticos. Como no hay recogida de basura dentro del asentamiento, muchos residentes optan por quemarlas en lugar de llevarlas a los puntos de recogida adecuados dentro del perímetro urbano del municipio. De acuerdo con Sousa Gomes y Pauletto (2018) el uso del fuego en la Reserva Extractiva Tapajós-Arapiuns posee, en su mayoría, carácter de limpieza del material vegetal para una nueva plantación.

Con relación a los beneficios del uso del fuego las características más citadas por los productores fueron ahorrar tiempo y recursos financieros y materiales con frecuencias relativas de 42,7 y 36,5 %, respectivamente. Este resultado coincide con el obtenido por Ramos-Rodríguez *et al.* (2021) y por Alcívar Cobeña y Cedeño Luna (2021) quienes desarrollaron sus respectivas investigaciones en localidades de la misma provincia donde se llevó a cabo el presente trabajo.

La mayoría de las personas encuestadas para la realización de este trabajo no perciben los efectos del uso del fuego sobre el suelo en particular y el medio ambiente en general. No obstante, mencionan efectos negativos “sobre la salud”, “sobre el ambiente” y “sobre la vegetación”. Contradictoriamente con lo cual también mencionan que el fuego “mejora los rendimientos de las cosechas” o que “el terreno

se hace más productivo”. Resultados similares fueron descritos por Ramos-Rodríguez *et al.* (2021) para la parroquia Ayacucho y por Alcívar Cobeña y Cedeño Luna (2021) en la parroquia Convento, ambos lugares en Manabí, Ecuador. De acuerdo con Bonfim *et al.* (2003) en el PESB, Brasil, existe un consenso sobre los daños que el fuego puede causar al suelo, a la vida humana y al medio ambiente. La principal preocupación es en términos medioambientales, teniendo en cuenta que la reducción del número de manantiales en la región y el agotamiento del suelo son factores reales percibidos por las comunidades locales.

Las quemas agrícolas y forestales provocan una serie de cambios en el ambiente, los que afectan el equilibrio del medio y causan daños que se hacen mayores con el aumento de la intensidad y la periodicidad con que se realizan (Araya Bravo *et al.*, 2009). Los mismos autores plantean que en general, los componentes ambientales en que se evidencian los efectos negativos de las quemas son la atmósfera (en el aire y clima), agua, suelo, fauna y cultivos.

Muchas propiedades físicas, químicas, mineralógicas y biológicas del suelo pueden verse afectadas por los incendios forestales. Los efectos son principalmente el resultado de la gravedad del incendio, que consiste en las temperaturas máximas y la duración de este (Certini, 2005). El fuego tiene un efecto negativo sobre el suelo, como es la destrucción de materia orgánica, la que se destila cuando se alcanzan temperaturas de 200 a 300 °C, se carboniza a los 300-400 °C y se consume por encima de los 450 °C (Secretaría de Producción Forestal [SPF], 2020). Los incendios forestales disminuyen las infiltraciones e incrementan los escurrimientos superficiales, probablemente también, por el efecto hidrofóbico causado por la quema de la materia orgánica inmediatamente debajo de la superficie del suelo (Alanis Morales *et al.*, 2009).

Con respecto al conocimiento de alguna alternativa al uso del fuego el 76 % de las personas que participaron en esta investigación afirmó no saber si existe alguna. Coincidiendo con este resultado en la parroquia Ayacucho, de acuerdo con Ramos-Rodríguez *et al.* (2021) el 59,3 % de los encuestados expresó no saber si dichas alternativas existen. Contrario a lo anterior en el PNSB según Bonfim *et al.* (2003) el 90,4 % de los encuestados afirmó conocer al menos una alternativa para sustituir el uso del fuego, mencionando entre ellas la escarda manual dejando que los residuos se incorporen al suelo, lo que contribuye a aumentar la materia orgánica. De igual forma en la parroquia convento Alcívar Cobeña y Cedeño Luna (2021) obtuvieron que el 75,7 % de los encuestados dijo que sí conocen alternativas para no tener que hacer uso del fuego, entre ellas: realizar limpieza manual, no quemar el rastrojo y en cambio usarlo como cobertura del suelo. Araya Bravo *et al.* (2009) proponen alternativas de reemplazo al uso del fuego luego de las cosechas tales como: Compostaje, lombricultura y vermicompostaje, uso y manejo de rastrojos, cero labranzas, conversión de residuos, producción de carbón, producción de alimento para rumiantes, manejo de ramas, material leñoso y especies no deseadas, silvopastoreo, silvicultura preventiva y aprovechamiento industrial de residuos. Mientras que Sofiyuddin *et al.* (2021) evaluaron en Indonesia técnicas de desbroce de tierras asociadas a un bajo riesgo de brotes de incendio, comparando los costes asociados. Estas técnicas de bajo riesgo incluían (i) prácticas de cero quemas con maquinaria tradicional y grupos de agricultores; (ii) cero quemas con maquinaria moderna y asociaciones con agencias gubernamentales/empresas privadas; (iii) quema controlada; y (iv) eliminación química de la biomasa con herbicidas. El estudio concluye que los costes de estas cuatro opciones son más elevados que los de las técnicas de desbroce que utilizan únicamente el fuego. Sin embargo, también demuestra que las implicaciones de los costes para los agricultores podrían mitigarse adoptando una visión más holística de las prácticas agrícolas como sistema, en lugar de centrarse únicamente en las prácticas de desbroce de tierras de forma aislada.

Medidas de prevención de incendios, extinción y capacitación

En el caso de las medidas de prevención observadas cuando se usa el fuego los encuestados seleccionaron entre otras: observar la dirección y velocidad del viento y analizar el tiempo, mencionadas el 27 y 15,3 % del total, respectivamente. Estos resultados difieren ligeramente de los obtenidos por Ramos-Rodríguez *et al.* (2021) en la parroquia Ayacucho, cantón Santa Ana, donde se invierten los lugares ocupados por estas medidas, es decir, el tiempo meteorológico fue mencionada 83 veces de un total de 273 (30,4 %) seguida de observar la velocidad y dirección del viento con el 21,3 % del total. Los resultados también son diferentes a los reportados por Alcívar Cobeña y Cedeño Luna (2021) en la parroquia Convento, cantón Chone, Manabí, Ecuador y por Bonfim *et al.* (2003) en el PESB, Estado de Minas Gerais, Brasil, pues en ambas localidades los entrevistados mencionaron una mayor cantidad de veces construir cortafuegos alrededor del área a quemar seguido de observar la velocidad y dirección del viento. También en el asentamiento Vale Verde, municipio de Gurupi, estado do Tocantins, Brasil, De Assunção *et al.* (2017) encontraron que los productores mencionaron mayormente estas medidas pero invirtiendo su posición, es decir, en primer lugar las condiciones del viento (análisis de la presencia y dirección) y en segundo la construcción de cortafuegos. De acuerdo con Sousa Gomes y Pauletto (2018) en la Reserva Extractivista Tapajós-Arapiuns, estado de Pará, Brasil, muchas comunidades conocen y aplican diversas medidas preventivas antes del uso del fuego, siendo el cortafuego la medida más utilizada.

Según los entrevistados en las localidades del cantón Jipijapa objeto de estudio cuando el fuego se sale de control, aunque el 46 % deja que se apague solo, los que combaten el fuego lo hacen con ayuda de familiares y amigos, utilizando principalmente el agua y la tierra, los machetes como la principal herramienta y la ropa de algodón y las gafas como medios de protección más importantes. Resultados similares reportaron para la parroquia Ayacucho Ramos-Rodríguez *et al.* (2021), mientras que se observan diferencias tales como el uso de cortafuegos y de ramas de árboles tanto en el PNSB (Bonfim *et al.*, 2003) como en el asentamiento Vale Verde (De Assunção *et al.*, 2017).

No ha existido en la zona objeto de estudio capacitación alguna hacia los productores en los temas de uso del fuego e incendios forestales. Resultados similares fueron reportados por Ramos-Rodríguez *et al.* (2021) para la parroquia Ayacucho, así como por Alcívar Cobeña y Cedeño Luna (2021) en la parroquia Convento, ambas localidades de la provincia Manabí, Ecuador. También Bonfim *et al.* (2003) en el PESB y De Assunção *et al.* (2017) en el asentamiento Vale Verde, reportaron falta de conocimiento sobre medidas de prevención al utilizar el fuego y herramientas y técnicas de combate, aunque sí conocen algunas alternativas para no usar el fuego. No obstante, el tema de la capacitación en estas comunidades debe tenerse en cuenta pues según Carroll *et al.* (2021) el uso del fuego se reconoce cada vez más como un componente central de la gestión integrada de la tierra en lugares propensos a los incendios.

CONCLUSIONES

La mayoría de las personas encuestadas hacen uso del fuego todo el año, principalmente durante los meses de noviembre y diciembre, prefiriendo quemar por la mañana; queman todos los años los mismos lugares, siendo los fines principales del uso del fuego la limpieza del terreno de los residuos de las cosechas y sembrar cultivos agrícolas.

La falta de capacitación se pone de manifiesto entre los encuestados pues la mayoría de ellos no sabe si existen alternativas para no usar el fuego, a la vez que solo un bajo porcentaje de ellos considera que el fuego afecta específicamente al suelo y en general al medio ambiente.

No existe asociación estadísticamente significativa entre los lugares que queman y la frecuencia del uso del fuego, así como entre la renta familiar con el área promedio que queman y con la utilización o no del fuego.

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Mauricio Lourido, Presidente de la comuna Sancán, al Señor Hernán Baque, Presidente de la Junta Parroquial de Membrillar y a cada una de las personas que muy amablemente aceptaron proporcionar la información solicitada.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Tayron Omar Manrique-Toala y Marcos Pedro Ramos-Rodríguez dirigieron la investigación, planificaron las actividades y apoyaron en el levantamiento de información en campo. Gabriel Enrique De La Cruz-Rosales, Yulexy Yolanda Tigua-Pinela y Stalin Alexander Pincay-Ortega levantaron la información de campo. Todos los autores contribuyeron con la redacción, análisis e interpretación de la información.

BIBLIOGRAFÍA

- Alanis Morales, H. E., Nívar Chaidez, J. J. y Flores Garnica, J. G. (2009). Impacto de una quema controlada en la infiltración y el escurrimiento superficial en un bosque de pino. In *Impactos ambientales de los incendios forestales* (pp. 265–274). Mundi Prensa México, S. A. de C. V. https://www.researchgate.net/publication/281976771Impacto_de_una_quema_controlada_en_la_infiltracion_y_el_escurrimiento_superficial_en_un_bosque_de_pino
- Alcívar Cobeña, A. y Cedeño Luna, N. A. (2021). *Usos tradicionales del fuego en las actividades agrícolas de la parroquia Convento, cantón Chone, Manabí, Ecuador* [Trabajo de grado. Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3065>
- Araya Bravo, J., Duprat Sáez, C. y Parra Olave, M. (2009). Alternativas de reemplazo a las quemas de residuos agrícolas y forestales. In *Corporación Nacional Forestal*. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile. <https://www.prevencionincendiosforestales.cl/documento/alternativas-de-reemplazo-a-las-quemas-de-residuos-agricolas-y-forestales/>
- Bonfim, V. R., Ribeiro, G. A., Silva, E. y Braga, G. M. (2003). Diagnóstico do uso do fogo no entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), MG. *Revista Árvore*, 27(1), 87–94. <https://doi.org/10.1590/s0100-67622003000100012>
- Carroll, M. S., Edgeley, C. M. y Nugent, C. (2021). Traditional use of field burning in Ireland: History, culture and contemporary practice in the uplands. *International Journal of Wildland Fire*, 30(6), 399–409. <https://doi.org/10.1071/WF20127>
- Casau, M., Ferreira Dias, M., Teixeira, L., Matias, J. C. O. y Nunes, L. J. R. (2022). Reducing Rural Fire Risk through the Development of a Sustainable Supply Chain Model for Residual Agroforestry Biomass Supported in a Web Platform: A Case Study in Portugal Central Region with the Project BioAgroFloRes. *Fire*, 5(3). <https://doi.org/10.3390/fire5030061>
- Certini, G. (2005). Effects of fire on properties of forest soils: A review. *Oecologia*, 143(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1788-8>
- Da Silva Santos, A. M. (2010). *Diagnóstico do uso do fogo em propriedades rurais nos limites do município de Patos - PB* [Trabajo de grado, Universidade Federal de Campina Grande]. <http://bibliotecaforestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/8336/2010Diagn%3%b3stico-do-uso-do-fogo-em-propriedades-rurais-nos-lim%3%adtrofes-de-Patos-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- De Assunção, R., Tetto, A. F. y Batista, A. C. (2017). O uso tradicional do fogo no assentamento Vale Verde, em Gurupi / TO. *Espacios*, 38(17). <http://www.revistaespacios.com/a17v38n17/a17v38n17p19.pdf>

- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Jipijapa. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial cantón Jipijapa.
- Gutiérrez Navarro, A., García Barrios, L. E., Parra Vázquez, M. y Rosset, P. (2017). De la supresión al manejo del fuego en la Reserva de la Biosfera La Sepultura, Chiapas: perspectivas campesinas. *Región y Sociedad*, 29(70). <https://doi.org/10.22198/rys.2017.70.a329>
- Huertas Herrera, A., Baptiste Ballera, B. L. G., Toro Manríquez, M. y Huertas Ramírez, H. (2019). Manejo de la quema de pastizales de sabana inundable: Una mirada del pueblo originario Sáliva en Colombia. *Chungará (Arica) Revista de Antropología Chilena*, 51(1), 0–0. <https://doi.org/10.4067/s0717-73562018005002401>
- IBM Corp. (2013). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- NASA Prediction of Worldwide Energy Resources. (2022). NASA Prediction of Worldwide Energy Resources. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Nascimento, J. R. y Wiecheteck, M. (2014). *Como Implementar La Política De Tierras De Vocación Forestal* (Issue 1). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3866.4163>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *Strategy on Forest Fire Management* (p. 17). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/cb6816en/cb6816en.pdf>
- Ramos Rodríguez, M. P., Baque López, M. J., Jimenez González, A., Pionce Andrade, G. A. y Manrique Toala, T. O. (2018). Programa de comunicación sobre prevención de incendios forestales en el cantón Paján, Manabí, Ecuador. *Perspectivas Rurales Nueva Época*, 16(30), 91–115. <https://doi.org/10.15359/prme.16-31.6>
- Ramos-Rodríguez, M. P., Cedeño-Cedeño, D. S., Batista, A. C., Jimenez-González, A., Manrique-Toala, T. O. y Terro, A. F. (2021). Usos tradicionales del fuego en la Parroquia Ayacucho, Cantón Santa Ana, provincia Manabí, Ecuador. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 18(43), 41–52. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v19i43.5807>
- Reyes Chancay, J. E. (2022). *Programa de comunicación sobre el uso del fuego y los incendios forestales en el cantón Jipijapa, Manabí, Ecuador* [Trabajo de grado. Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3065>
- Rodríguez Trejo, D. A. (2001). Ecología del fuego en el ecosistema de *Pinus hartewii* Lindl. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 7(2), 145–151. <http://biblat.unam.mx/es/revista/revista-chapingo-serie-ciencias-forestales-y-del-ambiente/articulo/ecologia-del-fuego-en-el-ecosistema-de-pinus-hartewii-lindl>
- Rosero, J. y Osorio, I. (2013). Efectos de los incendios forestales en las propiedades del suelo. Estado del arte. *Cuaderno Activa*, 5, 59–67. <https://doi.org/10.4067/s0718-50732020000200119>
- Secretaría de Producción Forestal. (2020). *Manual de prevención de incendios forestales en plantaciones comerciales y sistemas agroforestales productivos*. Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Sofiyuddin, M., Suyanto, S., Kadir, S. y Dewi, S. (2021). Sustainable land preparation for farmer-managed lowland agriculture in Indonesia. *Forest Policy and Economics*, 130(June), 102534. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102534>
- Sousa Gomes, V. y Pauletto, D. (2018). Uso tradicional do fogo: Avaliação de queima controlada na agricultura de subsistência exercida na Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns. *Revista Terceira Margem Amazônia*, 3(11), 168–177. <https://doi.org/10.36882/2525-4812.2018v3i11p%25p>

Pruebas de torsión dinámica de madera sólida y de multimaterial de *Fagus crenata*

Dynamic torsion testing of solid wood and multimaterial of *Fagus crenata*

Israel Macedo-Alquicira ¹
Juan Bedolla-Arrollo ¹
David Raya-González ¹
José Rutiaga-Quiñones ¹
Francisco Castro-Sánchez ¹
Javier Sotomayor-Castellanos ^{1*}

¹ Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, México.

*Autor para correspondencia: maderas999@yahoo.com

DOI: <https://doi.org/10.54753/blc.v12i2.1486>

Recibido: 26/09/2022

Aceptado: 17/10/2022

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar el módulo de rigidez con pruebas de torsión dinámica en probetas de madera sólida y multimaterial de *Fagus crenata*. Se prepararon 24 probetas de madera sólida para realizarles pruebas de torsión. Hechas las pruebas, con este mismo material se elaboraron 12 probetas de multimaterial formado por dos placas de madera sólida que cubren una malla de acero, unida con un adhesivo de dos componentes de poliuretano. Con estas probetas se realizó una segunda serie de pruebas de torsión. Se realizaron pruebas de normalidad y de verificación y de análisis de varianza. La densidad promedio del multimaterial aumenta 7,2 % en relación con la de la madera sólida. El módulo de rigidez del multimaterial se incrementa 13,7 % en comparación con el de la madera sólida y el coeficiente de variación disminuye 71,1 % en comparación con el de la madera sólida. El multimaterial exhibe una mejora tecnológica por el aumento y por la estabilidad de su rigidez cuando está sometido a deformaciones angulares elásticas. De esta manera, la caracterización mecánica del multimaterial muestra su potencial de innovación en aplicaciones no tradicionales de la madera sólida en la edificación residencial.

Palabras clave: densidad de la madera, módulo de rigidez, mejora tecnológica.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the rigidity modulus with dynamic torsion tests in solid wood and multi-material samples of *Fagus crenata*. Twenty-four solid wood specimens were prepared for torsion tests. Once the tests were done, 12 multimaterial specimens were made with this same material, made up of two solid wood plates that cover a steel mesh, joined with a two-component polyurethane adhesive. A second series of torsion tests was carried out with these specimens. Normality and verification tests and analysis of variance were performed. The average density of the multimaterial increases 7.2 % in relation to that of solid wood. The modulus of rigidity of the multimaterial increases 13.7 % compared to that of solid wood and the coefficient of variation decreases 71.1 % compared to that of solid wood. The multimaterial exhibits a technological improvement due to the increase and stability of its stiffness when subjected to elastic angular deformations. In this way, the mechanical characterization of the multimaterial shows its potential for innovation in non-traditional applications of solid wood in residential construction.

Keywords: wood density, vibration frequency, rigidity modulus, technological improvement

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción reivindica que la madera transite de ser un material de origen natural variable, a uno de ingeniería con propiedades mecánicas bien definidas (Markström et al., 2019). De esta forma, el ingeniero, arquitecto y/o diseñador de estructuras y productos de madera tendría elementos para incorporarlo en procesos industriales de manera confiable y económicamente viable (Conroy et al., 2018). En tales circunstancias, se han desarrollado compuestos de fibras, partículas y placas de madera consolidados con adhesivos especiales para usos específicos (Hemmilä et al., 2021).

Existen amplias posibilidades para el diseño mecánico de compuestos, laminados y multimateriales que tienen propiedades similares a la madera sin disminución de sus propiedades estéticas, ambientales y sustentables (Milner, 2009; Asdrubali et al., 2017; Caruso et al., 2017). En este contexto, el multimaterial madera-malla-adhesivo se prospecta como un sustituto de la madera sólida para soluciones estructurales y/o arquitecturales (Macedo et al., 2019 CIPA). Información tecnológica sobre multimateriales a base de madera está documentada en Kohl et al. (2017). La caracterización de adhesivos a base de poliuretano y su interacción con madera sólida y con compuestos de madera están reportados en Pizzi et al. (2020).

El método de vibraciones por torsión es una técnica de bajo costo para la caracterización dinámica del comportamiento mecánico de la madera, requiere poco material y la realización de las pruebas es rápida. Por su parte, el módulo de rigidez expresa la resistencia frente a pequeñas deformaciones angulares de una pieza de madera, cuando son provocadas por sollicitaciones desalineadas. Es decir, su rigidez explica la capacidad de deformación entre dos direcciones anisotrópicas de la madera. Así, este parámetro es útil para el cálculo ingenieril y el diseño arquitectónico (Forest Products Laboratory, 2010) y está referido en la literatura para la madera sólida de diferentes especies (Ver anexo). Sin embargo, dada la novedad del multimaterial, no se identificó información de este parámetro en la bibliografía.

Los módulos de elasticidad determinados en condiciones estáticas de *Fagus crenata* Blume divulgados en la bibliografía son: $E_R = 882 \text{ MN m}^{-2}$, $E_T = 588 \text{ MN m}^{-2}$ y $E_L = 11760 \text{ MN m}^{-2}$; los módulos de rigidez son: $G_{LR} = 980 \text{ MN m}^{-2}$, $G_{LT} = 637 \text{ MN m}^{-2}$ y $G_{RT} = 196 \text{ MN m}^{-2}$ para una densidad de 740 kg m^{-3} y un contenido de humedad de 8 % (Naruse, 2003); Los módulos dinámicos por ultrasonido (us) son: $E_{usR} = 2644 \text{ MN m}^{-2}$, $E_{usT} = 1949 \text{ MN m}^{-2}$ y $E_{usL} = 13992 \text{ MN m}^{-2}$ para una densidad de 629 kg m^{-3} y

un contenido de humedad de 11 % (Sotomayor *et al.*, 2020). Los subíndices indican las direcciones: radial (R), tangencial (T) y longitudinal (L) de la madera. Para la madera de *F. crenata* no se detectó información acerca del módulo dinámico determinado por vibraciones en torsión. Igualmente, y dada la novedad en la configuración del multimaterial madera-malla-adhesivo de *F. crenata*, no se encontraron datos sobre su caracterización mecánica.

La hipótesis de la investigación propone que, como efecto de transformar la madera sólida en multimaterial madera-malla-adhesivo, su módulo de rigidez se incrementa. Para verificar esta conjetura, el objetivo de la investigación fue determinar el módulo de rigidez con pruebas de torsión dinámica en probetas de pequeñas dimensiones de madera sólida y multimaterial de *F. crenata*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material experimental consistió en madera de *F. crenata* con la que se prepararon 24 probetas de madera sólida con dimensiones de 0,01 m × 0,15 m × 0,15 m en las direcciones radial, tangencial y longitudinal, respectivamente. Su taxón botánico se determinó mediante la observación de sus características anatómicas en el Laboratorio de Mecánica de la Madera de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en Morelia, México. Las probetas se elaboraron con madera de albura y se revisó que estuvieran libres de anomalías de crecimiento y de madera de duramen.

Se realizaron las pruebas de torsión y, posteriormente, con este mismo material, se elaboraron 12 probetas de multimaterial, formado por dos placas de madera sólida cubriendo una malla de acero galvanizado, unida con un adhesivo de dos compones de poliuretano. Estas probetas se consolidaron con presión y temperatura durante 1 hora.

Las dimensiones de las probetas de multimaterial fueron de 0,02 m de espesor (dos placas de 0,01 m de espesor (altura) × 0,15 m de ancho (base) × 0,15 m de largo. Con estas probetas se realizó una segunda serie de pruebas de torsión (Figura 1). Antes y después del tratamiento, la madera se almacenó en una cámara de acondicionamiento con temperatura de 20 °C y humedad del aire de 65 % hasta que alcanzó un contenido de humedad en equilibrio promedio de 11 %.

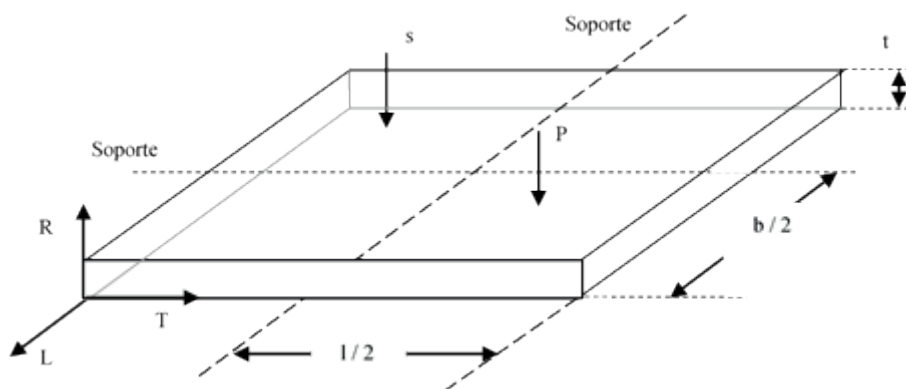


Figura 1. Diagrama de las pruebas de vibraciones en torsión. P: posición para aplicar el impacto; s: posición para medir la frecuencia natural; R: dirección radial (t: espesor); T: dirección tangencial (l: largo); L: dirección longitudinal (b: ancho).

El contenido de humedad (CH) de las probetas se determinó con la relación peso al momento del ensayo y el peso de la probeta en estado seco, adaptando la norma ISO 13061-1:2014 (International Organization for Standardization, 2014a). La densidad de la madera (ρ_{CH}), correspondiente a un contenido de humedad (CH), se calculó con el cociente del peso de la madera y su volumen al momento del ensayo, adaptando la norma ISO 13061-2:2014 (International Organization for Standardization, 2014b).

Las pruebas de vibración en torsión adaptaron el protocolo recomendado por la norma ASTM C1259-14 (American Society for Testing and Materials, 2015a) y siguen el procedimiento descrito en Sotomayor (2016). La probeta se posicionó sobre soportes aislantes en medio del ancho (b) y del largo (l) de las probetas, formando una cruz. La probeta fue solicitada en la dirección radial, perpendicularmente a la dirección longitudinal en el plano tangencial-radial, lo que ocasionó vibraciones en torsión en el plano correspondiente a las direcciones longitudinal y tangencial, de tal forma, que el módulo de rigidez calculado corresponde al plano longitudinal-tangencial.

De acuerdo con la norma ASTM E1876-15 (American Society for Testing and Materials, 2015b) en cada una de las probetas, se aplicó un impacto empleando una esfera de acero de 0,005 m de diámetro, adherida a un cabo elástico de 0,01 m de longitud y de 0,002 m de espesor por 0,007 m de ancho. El impacto fue aplicado en el punto P de la superficie de la probeta, localizado en la intersección de 0,25 del ancho (b) y a 0,25 del largo (l) de cada espécimen (Figura 3). Con el aparato *Grindosonic*® modelo MKS, se registró el movimiento de la probeta en el punto (s), en una posición simétrica respecto al punto de impacto. La lectura del sensor piezo-eléctrico de movimiento se transforma en una señal eléctrica, la cual, a su vez, es convertida en la frecuencia natural (f) del sistema, con una precisión de lectura de 0,005 %. El módulo de rigidez es rubricado con el subíndice LT para identificarlo como derivado de pruebas de torsión en el plano longitudinal-tangencial de la madera y se calculó con la fórmula (1) (American Society for Testing and Materials, 2015b):

$$G_{LT} = \frac{4 l m f^2}{b t} \left[\frac{B}{(1 + A)} \right] \quad (1)$$

Donde:

GLT = Módulo de rigidez ($N m^{-2}$)

f = Frecuencia natural (Hz)

m = Masa de la probeta (g)

l = Largo de la probeta (Dirección tangencial) (m)

t = Espesor de la probeta (Dirección radial) (m)

b = Ancho de la probeta (Dirección longitudinal) (m)

A y B = Constantes de ajuste geométrico

Se realizaron pruebas de normalidad, de verificación (Ver-var) y análisis de varianza (Anova) con las densidad, frecuencia y módulo de rigidez de la madera sólida y del multimaterial con el paquete estadístico *Statgraphics*.

RESULTADOS

La Tabla 1 presenta los resultados de las pruebas de normalidad, de verificación y análisis de varianza. Los resultados de las pruebas de normalidad indican distribuciones uniformes $[-2 < SE \text{ y/o } AE < +2]$ para la densidad y el módulo de rigidez de *F. crenata* (Tabla 1). Los resultados de las pruebas de verificación de varianza indican que no existen diferencias estadísticamente significativas ($P_{(\alpha=0,05)} > 0,05$) entre las muestras del multimaterial y de la madera sólida; en cambio, los resultados del análisis de varianza indican que existen diferencias significativas ($P_{(\alpha=0,05)} < 0,05$). Estos corolarios muestran que los resultados son uniformes y normalmente repartidos, lo que asegura la calidad de las mediciones y la validez de las magnitudes de los parámetros determinados.

Tabla 1. Resultados pruebas de normalidad, verificación y análisis de varianza.

	SE [-2, +2]	AE [-2, +2]	Ver-var ($P_{(\alpha=0,05)}$)	Anova ($P_{(\alpha=0,05)}$)
ρ_{CH} MM	-1,001	0,019	0,145*	< 0,001#
ρ_{CH} ms	0,178	-1,180	-	-
f MM	-0,044	-0,170	0,658*	< 0,001#
f ms	0,101	1,141	-	-
G_{LT} MM	-1,272	0,966	0,059*	< 0,001#
G_{LT} ms	0,680	1,167	-	-

SE = Sesgo estandarizado; AE = Apuntamiento estandarizado; Ver-var = Verificación de varianza; ANOVA = Análisis de varianza; MM = Multimaterial; ms = Madera sólida; * = No existe diferencia significativa ($P_{(\alpha=0,05)} > 0,05$); # = Existe diferencia significativa ($P_{(\alpha=0,05)} < 0,05$).

La Tabla 2 presenta la densidad, la frecuencia y el módulo de rigidez del multimaterial y de la madera sólida de *F. crenata*. Los contenidos de humedad de la madera sólida y del multimaterial permiten calificarles como en estado seco. Asimismo, sus bajos coeficientes de variación admiten considerar que el contenido de humedad no influyó en el cálculo de la densidad, frecuencia y módulo de rigidez.

Tabla 2. Densidad, la frecuencia y el módulo de rigidez del multimaterial y de la madera sólida de *F. crenata*.

	Multimaterial			Madera sólida		
	ρ_{CH} (kg m^{-3})	f (Hz)	G_{LT} (MN m^{-2})	ρ_{CH} (kg m^{-3})	f (Hz)	G_{LT} (MN m^{-2})
μ	662	1159	1130	617	556	998
σ	15,6	15,1	23,0	8,3	19,9	70,5
CV	(22,4)	(1,3)	(2,0)	(1,4)	(3,6)	(7,1)

ρ_{CH} = Densidad; f = Frecuencia; G_{LT} = Módulo de rigidez; μ = Media; σ = Desviación estándar; CV = Coeficiente de variación en por ciento y entre paréntesis.

DISCUSIÓN

La densidad del multimaterial aumenta 7,2 % en relación con la de la madera sólida (Tabla 2), esta diferencia se explica por la adición del peso de la malla y del adhesivo al fabricarlo. El peso promedio de sus dos componentes de madera (placas de 0,01 m de espesor \times 0,15 m de ancho \times 0,15 m de largo) es de 0,178 kg, el de la malla (0,15 m de ancho \times 0,15 m de largo) es de 0,0135 kg y el del pegamento solidificado es de 0,006 kg. Estos valores promedio resultan en un coeficiente de variación de la densidad del multimaterial con un incremento de 74,4 % respecto a la madera sólida (Tabla 2), magnitud ocasionada por la variación natural del peso de cada placa de madera y la cantidad de pagamento remanente en estado sólido después de su elaboración.

La densidad de la madera sólida se agrupa en un intervalo con una amplitud de 22 kg m⁻³ (mínimo 607 kg m⁻³, máximo 628 kg m⁻³) que coincide con un coeficiente de variación de 1,4 % (Tabla 2 y Figura 2). En cambio, la densidad del multimaterial indica un intervalo de 52 kg m⁻³ (mínimo 630 kg m⁻³, máximo 682 kg m⁻³) que corresponde a un coeficiente de variación de 2,4 % (Tabla 2 y Figura 2). Este aumento en la variabilidad de la densidad del multimaterial puede ser atribuido a la diferencia en la retención de adhesivo durante su elaboración, y a la variación de las densidades de la madera sólida que constituye una probeta de multimaterial. Este argumento sugiere controlar mejor las condiciones de preparación de las probetas para disminuir la variación en su densidad.

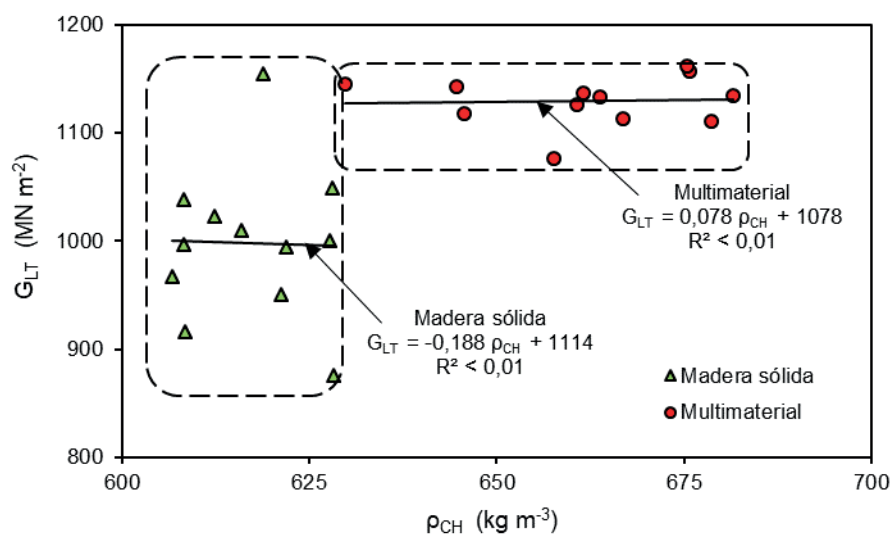


Figura 2. Correlaciones del módulo de rigidez (GLT) en función de la densidad (ρ_{CH}) de *F. crenata*.

La densidad de la madera sólida y del multimaterial no es un buen predictor del módulo de rigidez ($R^2 < 0,01$, Figura 2). Los dos intervalos de densidades son estrechos y corresponden a 12 probetas de una sola especie, lo que no permite observar el incremento del módulo de rigidez en función de la densidad de la madera como se observa cuando el intervalo de la densidad es amplio ($R^2 = 0,76$, Figura 3). No obstante, el módulo de rigidez de la madera sólida de *F. crenata* se agrupa en la nube respecto a la densidad con un intervalo con amplitud de 279 MN m⁻² (mínimo 876 MN m⁻², máximo 1155 MN m⁻²). En cambio, el módulo de rigidez del multimaterial se agrupa entorno al intervalo de 85 MN m⁻² (mínimo 1077 MN m⁻², máximo 1162 MN m⁻²). De tal forma, el módulo de rigidez del multimaterial se incrementa 13,7 % en comparación al de la madera sólida y el coeficiente de variación disminuye 71,1 %.

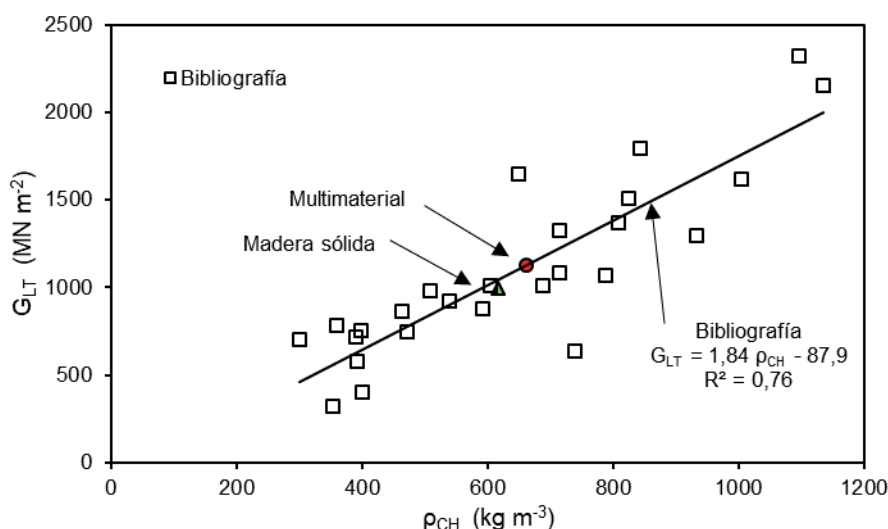


Figura 3. Posicionamiento del módulo de rigidez (G_{LT}) de la madera sólida y del multimaterial de *F. crenata* en función de la densidad (ρ_{CH}) respecto a la correlación calculada con datos de la bibliografía (Anexo).

En el mismo contexto, los valores del módulo de rigidez de la madera sólida y del multimaterial se posicionan cerca de la tendencia marcada por la correlación entre G_{LT} y ρ_{CH} (Figura 3) de los datos reportados en la bibliografía (Anexo). Este resultado indica que, en el multimaterial, el módulo de rigidez se incrementa, corolario que puede explicarse desde dos perspectivas. Primera, el hecho de colocar las dos placas de manera ortogonal, con respecto a la dirección radial de la madera, permite menos deformación a esfuerzos de torsión, lo que minimiza el efecto de las propiedades de ortotropía material de la madera. Segunda, la incorporación de la malla embebida y consolidada con un adhesivo produce un endurecimiento del plano longitudinal-tangencial en el eje neutro de la probeta solicitada en torsión (Figura 1), lo que está relacionado con los factores de ajuste geométrico utilizados en la fórmula (1) para determinar el módulo de rigidez correspondiente al plano longitudinal-tangencial.

CONCLUSIÓN

El módulo de rigidez de la madera de *F. crenata*, determinado con pruebas de torsión dinámica, aumenta por su transformación en un multimaterial compuesto de madera, malla y adhesivo. En contraste, la variabilidad natural del módulo de rigidez de *F. crenata* disminuye. De tal forma que el multimaterial exhibe una mejora tecnológica por el aumento y por la estabilidad de su rigidez cuando está sometido a deformaciones angulares elásticas. De esta manera, la caracterización mecánica del multimaterial da indicios de su potencial de innovación en aplicaciones no tradicionales de la madera sólida en la edificación residencial.

AGRADECIMIENTOS

La investigación estuvo patrocinada por la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), Morelia, México. El Material experimental fue donado por el Instituto de Tecnología de la Madera de la Universidad Prefectoral de Akita, Japón. Las pruebas de torsión se realizaron en el Instituto de Investigación en Metalurgia y Materiales de la UMSNH.

BIBLIOGRAFÍA

- Lingg, A., Donaldson, M. y Alvarado, V. (1981). Biotic and abiotic factors affecting stability of *Beauveria bassiana* conidia in soil. *Journal of Invertebrate Pathology*, 8(38), 191-200. doi: [https://doi.org/10.1016/0022-2011\(81\)90122-1](https://doi.org/10.1016/0022-2011(81)90122-1)
- American Society for Testing and Materials. 2015a. ASTM C1259-15. *Standard test method for dynamic Young's modulus, shear modulus, and Poisson's ratio for advanced ceramics by impulse excitation of vibration*. American Society for Testing and Materials. West Conshohocken, U.S.A.
- American Society for Testing and Materials. 2015b. ASTM E1876-15. *Standard test method for dynamic Young's modulus, shear modulus, and Poisson's ratio by impulse excitation of vibration*. American Society for Testing and Materials West. Conshohocken, U.S.A.
- Asdrubali, F.; Ferracuti, B.; Lombardi, L.; Guattari, C.; Evangelisti, L.; Grazieschi, G. 2017. A review of structural, thermo-physical, acoustical, and environmental properties of wooden materials for building applications. *Building and Environment*, 114, 307-332. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.12.033>
- Caruso, M. C.; Menna, C.; Asprone, D.; Prota, A.; Manfredi, G. 2017. Methodology for Life-Cycle Sustainability Assessment of Building Structures. *ACI Structural Journal*, 114(2), 323-336. doi: <http://dx.doi.org/10.14359/51689426>
- Conroy, K.; Riggio, M.; Knowles, C. 2018. Familiarity, Use, and Perceptions of Wood Building Products: A Survey Among Architects on the United States West Coast. *BioProducts Business*, 3(10), 118-135. doi: <https://doi.org/10.22382/bpb-2018-010>
- Forest Products Laboratory. 2010. *Wood handbook. Wood as an engineering material*. General Technical Report FPLGTR- 190. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. Madison.
- Hemmilä, V.; Adamopoulos, S.; Karlsson, O.; Kumar, A. 2021. Development of sustainable bio-adhesives for engineered wood panels – A Review. *RSC Advances*, 7, 38604-38630. doi: <https://doi.org/10.1039/c7ra06598a>
- International Organization for Standardization. 2014a. ISO 13061-1:2014. *Physical and mechanical properties of wood -- Test methods for small clear wood specimens -- Part 1: Determination of moisture content for physical and mechanical tests*. International Organization for Standardization. Bruselas. p. 4
- International Organization For Standardization. 2014b. ISO 13061-2:2014. *Physical and mechanical properties of wood -- Test methods for small clear wood specimens -- Part 2: Determination of density for physical and mechanical tests*. International Organization for Standardization. Bruselas. p. 5
- Kohl, D.; Long, T. H. N.; Böhm, S. 2017. Wood-Based Multi-Material Systems for Technical Applications – Compatibility of Wood from Emerging and Developing Countries. *Procedia Manufacturing*, 8, 611-618. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.078>
- Macedo Alquicira, I.; Sotomayor Castellanos, J. R.; Castro Sánchez, F. J. 2019. Laminated wood and multimaterial wood – adhesive meshas replacements of solid wood in restoration of historical buildings. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2/W15, 711-718. doi: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-711-2019>

- Markström, E.; Kuzman, M. K.; Bystedt, A.; Sandberg, D. 2019. Use of wood products in multi-storey residential buildings: views of Swedish actors and suggested measures for an increased use. *Wood Material Science & Engineering*, 14(6), 404-419. doi: <https://doi.org/10.1080/17480272.2019.1600164>
- Milner, H. R. 2009. Sustainability of engineered wood products in construction. En: Khatib, J. M. (Ed.). *Sustainability of Construction Materials. Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering*, Cambridge, pp. 184-212. doi: <https://doi.org/10.1533/9781845695842.184>
- Naruse, K. 2003. Estimation of shear moduli of wood by quasi-simple shear tests. *Journal of Wood Science*, 49(6), 479-484. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10086-003-0515-0>
- Pizzi, A.; Papadopoulos, A. N.; Policardi, F. 2020. Wood Composites and Their Polymer Binders. *Polymers*, 12, 1115-1142. doi: <https://doi.org/10.3390/polym12051115>
- Sotomayor Castellanos, J. R. 2016. Módulos de rigidez dinámicos de siete maderas mexicanas determinados por vibraciones en torsión. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 22(2), 125-134. doi: <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2015.03.008>
- Sotomayor Castellanos, J. R.; Macedo Alquicira, I.; Chávez García, H. L. 2020. Variabilidad en las densidades, las velocidades del ultrasonido y los módulos dinámicos en tres maderas mexicanas y tres maderas japonesas. *Ingeniería y Desarrollo*, 38(2), 282-299. doi: <https://doi.org/10.14482/inde.38.2.624.15>

Anexo

Datos de la bibliografía de la densidad y del módulo de rigidez.

Madera sólida Especie	ρ_{CH} (kg m ⁻³)	G_{LT} (MN m ⁻²)	Referencia
<i>Paulownia tomentosa</i>	300	703	Komán y Feher (2017)
<i>Thuja plicata</i>	353	320	Sotomayor y Villaseñor (2016)
<i>Cryptomeria japonica</i>	360	784	Anshari et al. (2011)
<i>Picea sitchensis</i>	390	720	Wang et al. (2018)
<i>Abies balsamea</i>	393	575	Hernández y Sotomayor (2014)
<i>Pinus sylvestris</i>	398	755	Roohnia y Kohantorabi (2015)
<i>Picea sitchensis</i>	400	400	Yoshihara (2012)
<i>Picea abies</i>	465	863	Kránitz et al. (2014)
<i>Picea abies</i>	472	744	Olsson y Källsner (2013)
<i>Pinus densiflora</i>	510	981	Cha (2015)
<i>Pinus pseudostrobus</i>	540	922	Sotomayor (2015)
<i>Tabebuia rosea</i>	592	879	Sotomayor (2016)
<i>Hevea brasiliensis</i>	605	1008	Nadir et al. (2014)
<i>Taxus baccata</i>	650	1650	Keunecke et al. (2007)
<i>Fagus sylvatica</i>	689	1010	Ozyhar et al. (2013)
<i>Andira inermis</i>	716	1084	Sotomayor (2018a)
<i>Lysiloma acapulcensis</i>	716	1328	Sotomayor (2016)

Madera sólida Especie	ρ_{CH} (kg m ⁻³)	G_{LT} (MN m ⁻²)	Referencia
<i>Fagus crenata</i>	740	637	Naruse (2003)
<i>Psidium sartorianum</i>	789	1067	Sotomayor (2018a)
<i>Juglans pyriformis</i>	810	1369	Sotomayor (2018a)
<i>Caesalpinia platyloba</i>	825	1511	Sotomayor (2018a)
<i>Albizia plurijuga</i>	844	1792	Sotomayor (2018a)
<i>Quercus scytophylla</i>	933	1294	Sotomayor (2015)
<i>Acosmium panamense</i>	1005	1622	Sotomayor (2018a)
<i>Tabebuia chrysantha</i>	1096	2320	Sotomayor (2018a)
<i>Cordia elaeagnoides</i>	1135	2157	Sotomayor (2016)

ρ_{CH} = Densidad; G_{LT} = Módulo de rigidez.

Diversidad arbustiva, herbácea y de epifitas del bosque montano de las reservas naturales: Tapichalaca y Numbala, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe

Shrub, herbaceous and epiphytic diversity of the montane forest of the natural reserves: Tapichalaca and Numbala, canton Palanda, province of Zamora Chinchipe

Deicy Lozano ^{1,2*}
Celso Yaguana ³
Zhofre Aguirre ¹

¹Carrera Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador

²Universidade Estadual Paulista "Julio Mesquita de Filho" (UNESP), Departamento Forestal, Suelo y Ambiente, Botucatu, Brasil.

³Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Quito, Ecuador

*Autor para correspondencia: caroladeicylo@hotmail.com

DOI: <https://doi.org/10.54753/blc.v12i2.1653>

Recibido: 19/10/2022

Aceptado: 17/12/2022

RESUMEN

La conservación de las especies del sotobosque en los ecosistemas montañosos de la región sur del Ecuador es aún poco estudiada, a pesar de su importancia para la generación de servicios ecosistémicos. Por esta razón se determinó la diversidad florística de los arbustos, hierbas y epifitas en estos ecosistemas. Se implementó dos parcelas permanentes (PP) de una hectárea en las Reservas Naturales de Tapichalaca (RNT) y Numbala (RNN), dentro de estas se delimitó nueve subparcelas de 25m² y 1m² para evaluar el estrato arbustivo y herbáceo, respectivamente. Para determinar la diferenciación en la composición florística se realizó un análisis de Componentes Principales (PCA) y se calcularon las tres medidas de números de Hill de orden q: riqueza de especies (q = 0), diversidad de Shannon (q = 1) y diversidad de Simpson (q = 2). Se registraron 362 arbustos correspondientes a 17 especies, 12 géneros y 10 familias en la RNT, mientras que en la RNN existen 171 arbustos de 20 especies con 8 géneros y 7 familias. Se determinó mayor número de hierbas en la RNN; la mayor abundancia de epifitas se registró en RNT. Existe diferencia en la composición florística y estructura del sotobosque de las RNT y RNN, con mayor abundancia de arbustos en RNT. Las epifitas *Guzmania sibundoyorum*, *Tillandsia biflora* y *Anthurium dombeyanum* fueron las más abundantes en RNT y RNN. Los resultados muestran la diversidad del sotobosque en los bosques montañosos que ayudan a mantener el microclima y garantizar la conservación de la biodiversidad.

Palabras claves: composición florística, conservación, diversidad, Andes.

ABSTRACT

The conservation of understory species in the montane ecosystems of the southern Ecuador is still little studied, despite its importance for the generation of ecosystem services. For this reason, the floristic diversity of shrubs, herbs and epiphytes in these ecosystems was determined. Two permanent plots (PP) of one hectare were implemented in the Nature Reserves Tapichalaca (NRT) and Numbala (NRN), within these nine subplots of 25m² and 1m² were delimited to evaluate the shrubby and herbaceous stratum, respectively. To determine the differentiation in the floristic composition, a Principal Component Analysis (PCA) was performed and the three measures of Hill numbers of order q were calculated: species richness ($q = 0$), Shannon diversity ($q = 1$) and Simpson diversity ($q = 2$). We register 362 shrubs corresponding to 17 species, 12 genera and 10 families in the NRT, while in the NRN there are 171 shrubs of 20 species with 8 genera and 7 families. A greater number of herbs was determined in the NRN; the highest abundance of epiphytes was recorded in NRT. There is a difference in the floristic composition and undergrowth structure of the NRT and NRN, with a greater abundance of shrubs in NRT. The epiphytes *Guzmania sibundoyorum*, *Tillandsia biflora* and *Anthurium dombeyanum* were the most abundant in NRT and NRN. The results show the diversity of the undergrowth in montane forests that help maintain the microclimate and guarantee the conservation of biodiversity.

Keywords: floristic composition, conservation, diversity, Andes.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas montanos del neotropico en los Andes centrales se desarrollan entre los 1500 y 3000 m s.n.m. (Antón y Reynel, 2004; Valencia et al., 1999). En la región tropical, estos bosques presentan una elevada diversidad de especies de plantas, con una gran abundancia de formas de vida, junto con altas densidades de líquenes, musgos y plantas herbáceas (Tejedor-Garavito et al., 2012) lo que hace necesario el estudio de la diversidad de su flora.

Los bosques tropicales representan uno de los ecosistemas más diversos del mundo, especialmente los bosques nublados, que están considerados como uno de los ecosistemas más ricos en especies y se ubican entre los más importantes *hotspots* de biodiversidad mundial Tobón (2009). Comparados con los bosques húmedos bajos, los bosques montanos han recibido poco interés de los científicos a pesar de su función ecológica y económica sumamente importante; por ejemplo, en la captación de agua y en el control de la erosión, otorgando diferentes bienes y servicios ecosistémicos a las poblaciones de los Andes (Cuesta et al., 2009). Sin embargo, este ecosistema está siendo altamente intervenido, no solamente por la acción humana sino por procesos naturales como la intersección entre la precipitación y las altas pendientes, lo cual facilita los movimientos en áreas boscosas. Esto parece favorecer en la existencia de numerosos nichos ecológicos y, por ende, a la biodiversidad.

En la región sur del Ecuador a pesar de su gran importancia se constituyen en ecosistemas frágiles por la tala selectiva de maderas de alto valor comercial, conversión de uso del suelo, cacería y depredación de fauna silvestre, alterando los recursos naturales, hábitats y disminuyendo el tamaño poblacional de las especies; lo que podría provocar la extinción local de algunas especies de flora como *Prumnopitys montana*, *Prumnopitys hamsiana*, *Retrophyllum rospigliosii*, *Cyathea caracasana* y *Cedrela odorata*, lo que alteraría notablemente a la flora hospedante en su copa arbórea y ramas.

Con estos antecedentes, el objetivo de este estudio es contribuir a entender la diversidad florística arbustiva, herbácea y de epifitas del bosque nublado del sur de Ecuador y así generar insumos para la conservación de ecosistemas importantes para la provisión de bienes y servicios ecosistémicos como son los bosques montanos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en dos áreas de bosque montano ubicadas en el cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. La primera área está ubicada en la vía Loja Valladolid en la Reserva Natural Tapichalaca de la Fundación Jocotoco, en el sendero de la Píha entre las coordenadas: $79^{\circ}07'24,32''$ W – $04^{\circ}29'11,35''$ S entre los 2383 y 2455 m s.n.m., y la segunda área está en la vía Yangana Cerro Toledo en el sector Numbala en la Reserva de Naturaleza y Cultura Internacional (NCI) entre las coordenadas $79^{\circ}03'37,30''$ W – $04^{\circ}24'19,46''$ S entre 2090 y 2128 m s.n.m. (Figura 1).

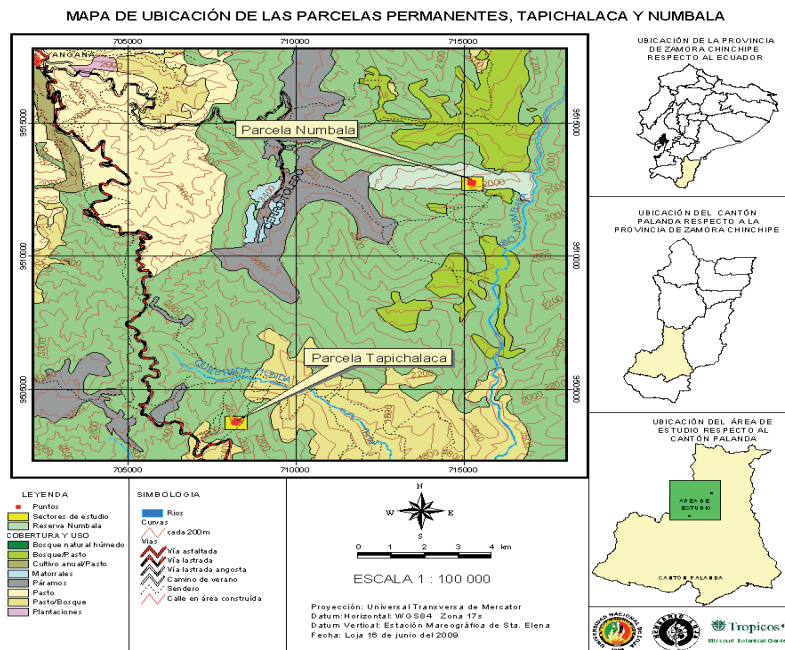


Figura 1. Mapa del área de estudio, ubicación de las Parcelas Permanentes, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe.

Muestreo

En cada una de las áreas de estudio se instaló una parcela permanente de una hectárea. Cada parcela permanente se dividió en 25 subparcelas de 20 x 20 m, dentro de las 25 subparcelas se delimitó nueve subparcelas de 5 x 5 m (Figura 2) para tomar los datos del estrato arbustivo y dentro de cada subparcela de 5 x 5 m se estableció una subparcela de 1 x 1 m (Figura 2) para el estrato herbáceo. Para los dos estratos se contabilizó el número de individuos. Para el muestreo de las epifitas se tomó un árbol al azar por cada subparcela de 400 m², se recolectó la información utilizando del número de individuos y la especie hospedera.

Para identificar taxonómicamente la especie se colectaron muestras botánicas de los arbustos, hierbas y epifitas, que fueron prensadas, secadas e identificadas mediante comparación en el Herbario “Reinaldo Espinosa”- LOJA, de la Universidad Nacional de Loja. Además fue verificada la nomenclatura taxonómica en la base de datos Trópicos del Jardín Botánico de Missouri y el Catalogo de Plantas Vasculares del Ecuador.

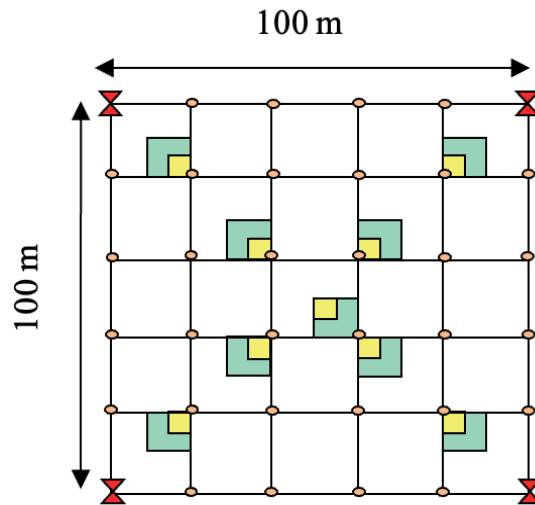


Figura 2. Diagrama de la parcela permanente para el muestreo del estrato arbustivo (5 x 5 m, 9 subparcelas verdes) y herbáceo (1 x 1 m, 9 subparcelas amarillas).

Análisis de datos

Se compararon las comunidades vegetales arbustivas presentes entre las dos áreas del bosque montano, describiendo la composición florística, estructura y la diversidad. Para todos los análisis se empleó el lenguaje de programación R (R Core Team, 2020).

Caracterización de la composición florística: Para conocer las diferencias en la composición florística entre las dos áreas de bosque montano se realizó un análisis de Componentes Principales (PCA) como ordenación sin restricciones (Buttigieg y Ramette, 2014) con la distancia de Bray-Curtis para medir la similitud florística entre las áreas de estudio (Ricotta y Podani, 2017).

Caracterización estructural: Para comparar la estructura del estrato arbustivo y herbáceo entre las áreas de bosque montano andino se calcularon los parámetros: densidad absoluta (ind/ha), densidad relativa (DR %), frecuencia relativa (FR %) y riqueza o diversidad relativa (DIR%). Los parámetros ecológicos que se calcularon aplicando las fórmulas planteadas por Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), Pielou (1975).

Diversidad florística: Para conocer la riqueza, la abundancia y la rareza de las especies encontradas en las unidades de muestreo, se calcularon las tres medidas de números de Hill de orden q : riqueza de especies ($q = 0$), diversidad de Shannon ($q = 1$, la exponencial de la entropía de Shannon) y diversidad de Simpson ($q = 2$, la inversa de la concentración de Simpson) (Chao et al., 2014; Chao y Jost, 2012; Colwell et al., 2012); además de un análisis de rarefacción con dichos números, para establecer si el esfuerzo de muestreo fue suficiente y cumplía con la representatividad en la biodiversidad (Hsieh et al., 2016; R Core Team, 2020). Se utilizaron los paquetes iNEXT, ggplot2, vegan, tidyr, dplyr y readr en R.

RESULTADOS

Caracterización de la composición florística

La composición florística del bosque montano es de 113 especies en las parcelas Tapichalaca y Numbala distribuidas en función de su hábito de crecimiento en 37 arbustos, 26 hierbas y 50 epífitas vasculares (Tabla 1).

Tabla 1. Composición florística arbustiva, herbácea y epifitas registrada en el bosque montano de las reservas naturales “Tapichalaca” y “Numbala” del sur de Ecuador.

Bosque Montano andino	Estrato	Ind.	Especies	Género	Familia
Numbala	Arbustos	171	20	8	7
Tapichalaca		362	17	12	10
Numbala	Hierbas	428	13	10	7
Tapichalaca		191	13	9	8
Numbala	Epifitas	428	30	14	7
Tapichalaca		519	20	12	5

En la Figura 3, se indican las especies que soportan la diferenciación en la composición florística entre los bosques montanos de Numbala y Tapichalaca. Solo se muestran las especies que tienen una contribución significativa (valor de $p \leq 0,01$) en el ordenamiento multivariado. En Numbala se pudo identificar que las especies como: *Palicourea myrtifolia* K. Schum & K. Krause. (Palicmy), *P. ulloana* C.M. Taylor. (Paliullo), *Piper augustum* Rudge (Pipaugus), *P. barabatum* Kunth (Pipba), *P. cuspidispicum* Trel. (Pipcusp), *P. inmutatum* Trelease (Pipeinm) y *P. obliquum* Ruiz & Pav. (Pipob) marcan la diferencia con el bosque de Tapichalaca. Mientras que, en el bosque montano de Tapichalaca las especies diferentes fueron *Alloplectus ichthyoderma* Hanst (Alloicht), *Begonia* sp. (Bego), *Palicourea luteonivea* C.M. Taylor (Paliclu) y *Psychotria pichisensis* Standl (Pspich) (Figura 3).

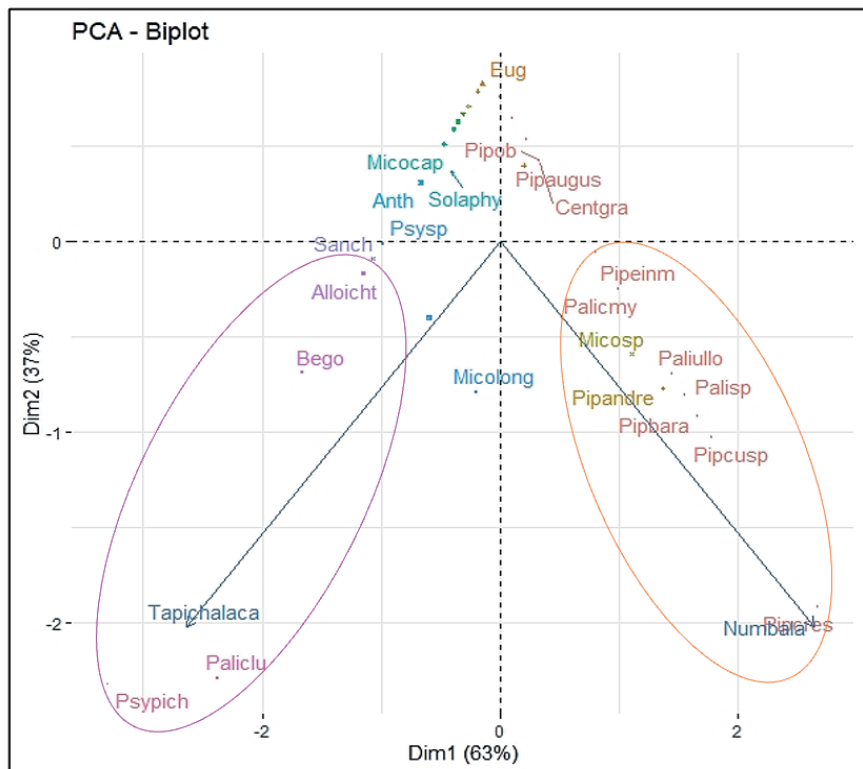


Figura 3. Análisis de Componentes Principales (PCA siglas en inglés) entre las parcelas de los bosques montanos de Numbala y Tapichalaca. PCA- análisis de ordenamiento multivariado: muestra arriba y abajo a la derecha, las especies arbustivas relacionadas al bosque de Numbala. Abajo a la izquierda, las especies arbustivas relacionadas a los bosques de Tapichalaca.

Caracterización estructural

En el bosque montano de Tapichalaca dentro del estrato arbustivo *Psychotria pichisensis* presentó la mayor densidad con 3 556 ind/ha y, las especies con menor abundancia fueron *Hedyosmum goudotianum*, *Myrsine* sp., *Piper andreanum* y *Solanum albidum* con valores de 89 ind/ha. La especie *Palicourea luteonivea* fue la más representativa debido a su mayor frecuencia (89 %) en esta área (Figura 4a). En el bosque montano de Numbala la especie *Piper crassinervium* representó la densidad más alta con 1 111 ind/ha, y las especies con menor abundancia fueron *Casearia decandra* y *Solanum aphyodendron* con 44 ind/ha (Figura 4b).

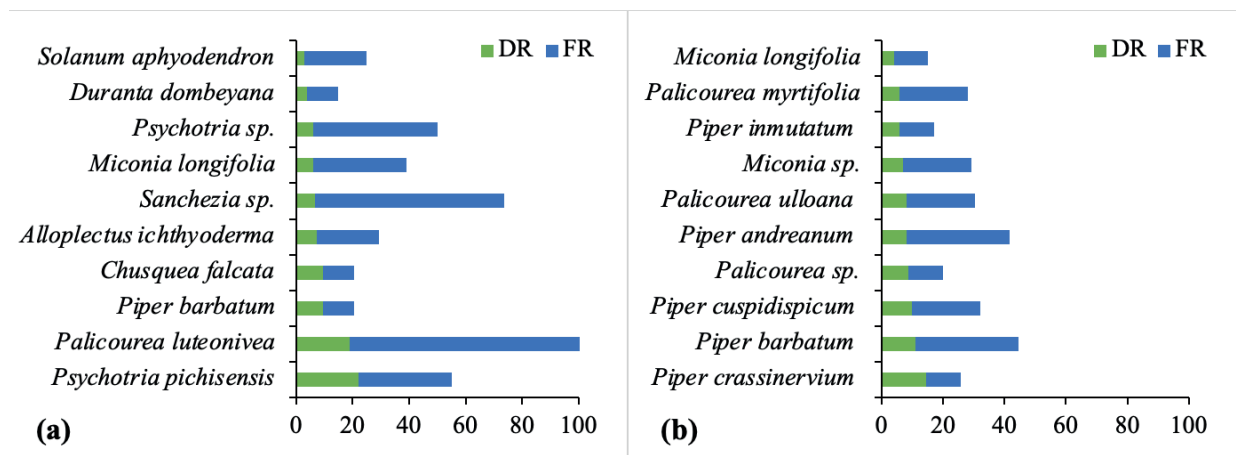


Figura 4. Parámetros estructurales de las diez especies con mayor abundancia en el estrato arbustivo del bosque montano andino (a) Tapichalaca y (b) Numbala. DR: Densidad Relativa y FR: Frecuencia Relativa.

La mayor abundancia relativa estuvo representada en el estrato herbáceo del bosque montano andino de Tapichalaca por *Begonia* sp. 43 333 ind/ha, *Pilea* sp. 30 000 ind/ha y *Mikania* sp. con 27 778 ind/ha. La especie que registró menor densidad fue *Bomarea brachysepala* con 1 111 ind/ha (Figura 5a). Mientras que, la abundancia más alta en Numbala estuvo representada por *Pilea trichosanthes* 132 222 ind/ha, y la especie que registra menor abundancia fue *Pearcea sprucei* con 10 000 ind/ha (Figura 5b).

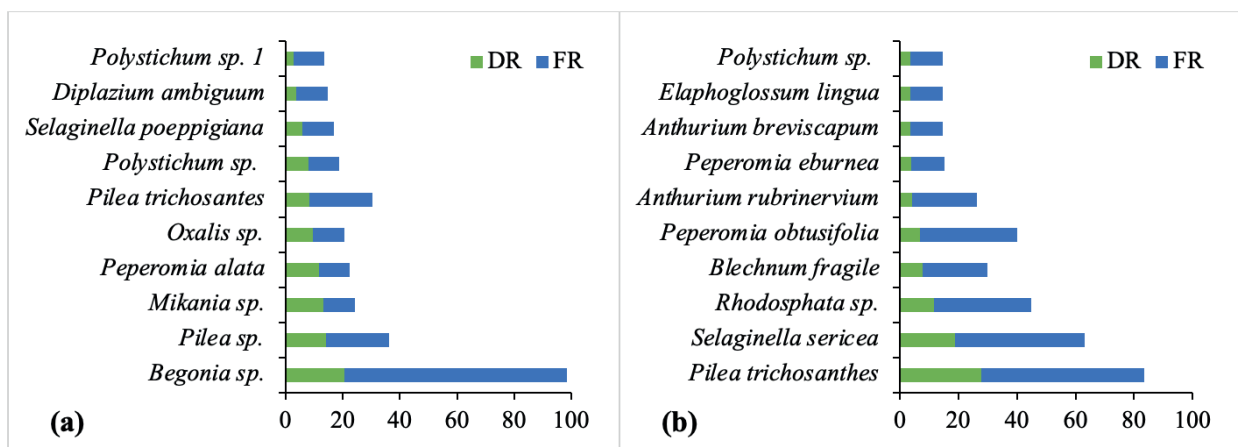


Figura 5. Parámetros estructurales de las diez especies con mayor abundancia en el estrato herbáceo del bosque montano (a) Tapichalaca y (b) Numbala. DR: Densidad Relativa y FR: Frecuencia Relativa.

Las especies *Guzmania sibundoyorum* con 40,08% y *Tillandsia biflora* con 17,92% fueron las epifitas más representativas según la densidad relativa en el bosque montano andino de Tapichalaca (Figura 6a). Así mismo, se estimó que el promedio de epifitas/árbol es de 21 individuos, los árboles hospederos con mayor número de especies fueron *Ruagea pubescens*, *Inga oerstediana* e *Ilex* sp. En el bosque montano andino de Numbala las epifitas más representativas por su densidad relativa son *Anthurium dombeyanum* 20,56%, y *Tillandsia biflora* 13,55% (Figura 6b). En este bosque se estimó que en promedio de epifitas/árbol fue de 18 individuos, los árboles hospederos con mayor número de especies epifitas fueron *Nectandra reticulata*, *Retrophyllum rospigliosii* y *Aparisthmium cordatum*.

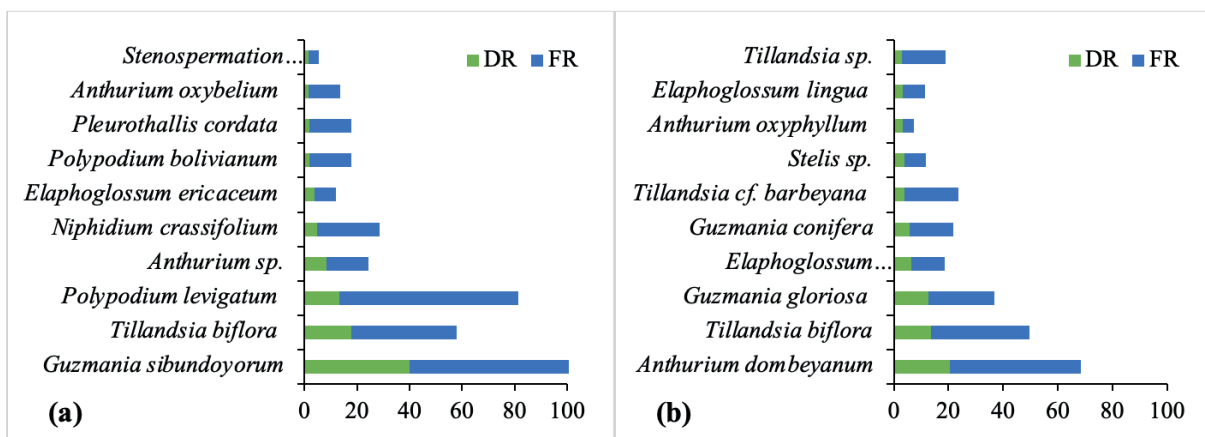


Figura 6. Parámetros estructurales de las diez especies de epifitas con mayor abundancia del bosque montano (a) Tapichalaca y (b) Numbala. DR: Densidad Relativa y FR: Frecuencia Relativa.

Diversidad florística

En el bosque montano de Tapichalaca las familias más diversas del sotobosque fueron Rubiaceae con 23,53% (sp = 4) comprendidas en los géneros *Elaeagia*, *Palicourea* y *Psychotria* y, Piperaceae con 17,65% (sp = 3) del género *Piper*; estas dos familias en conjunto alcanzan el 41,18 % de la diversidad relativa del estrato arbustivo (Tabla MS1). La diversidad en el estrato arbustivo fue medio según el índice de diversidad de Shannon ($H' = 0,40$) (Tabla MS2). En Numbala las familias Piperaceae (sp = 9) con el género *Piper* y Rubiaceae (sp = 4) del género *Palicourea* fueron las más diversas en el estrato arbustivo (Tabla MS3). Además, según el índice de diversidad de Shannon en este estrato presenta una diversidad florística media ($H' = 0,52$) (Tabla MS4).

En el estrato herbáceo de Tapichalaca la familia más diversa fue Dryopteridaceae con 30,8 % (especies = 4) dentro de los géneros *Diplazium* y *Polystichum*. La diversidad florística del estrato herbáceo según el índice de Shannon fue media $H' = 0,43$ (Tabla MS5). En las epifitas vasculares que se registraron en Tapichalaca se determinó que la familia más diversa fue Orchidiaceae con 8 especies concentradas en cinco géneros *Cyrtochilum*, *Gomphichis*, *Maxillaria*, *Pleurothallis* y *Stelis*. En cuanto al bosque de Numbala en el estrato herbáceo Araceae y Piperaceae con tres especies fueron las familias más diversas, Araceae con los géneros *Anthurium* y *Rhodosphata* y, Piperaceae con el género *Peperomia*. La diversidad del estrato herbáceo en este bosque según el índice de Shannon fue media $H' = 0,37$ (Tabla MS6). En las epifitas vasculares la familia más diversa fue Orchidiaceae (40,63 %) con trece especies en siete géneros: *Cyrtochilum*, *Epidendrum*, *Ida*, *Maxillaria*, *Myoxanthus*, *Pleurothallis* y *Stelis* en Numbala.

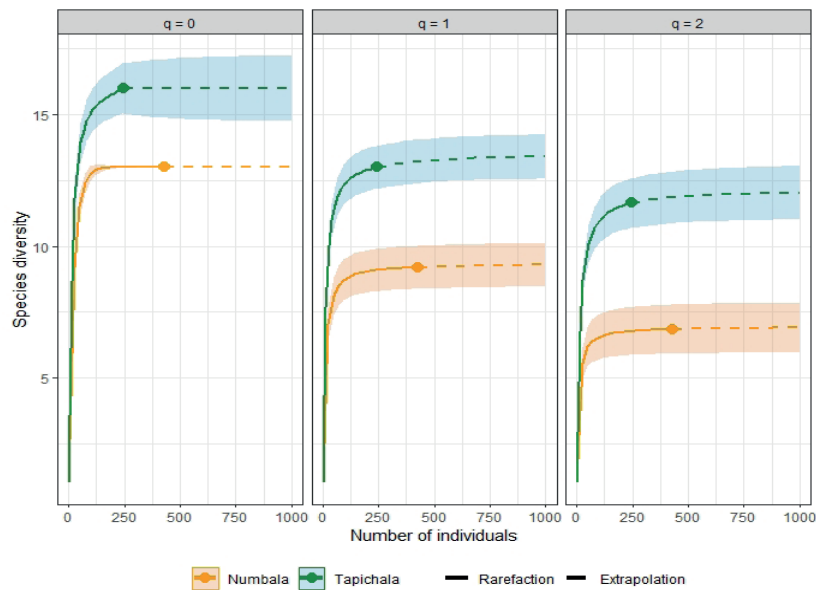


Figura 7. Curvas de Rarefacción Basado en los Números de Hill de Orden q (0, 1 y 2), (a) Curvas de rarefacción para los arbustos en las dos áreas boscosas, (b) Curvas de rarefacción para las hierbas en las dos áreas boscosas. En las curvas de rarefacción obtenidas por métodos de interpolación (línea sólida) y extrapolación (línea discontinua).

Al obtener las curvas de rarefacción basadas en el cálculo de los números de Hill (Figura 7), la riqueza de especies ($q=0$) entre la cobertura arbustiva fue distinta, observado en el bosque de Numbala 21 especies y en el bosque de Tapichalaca 23 (Figura 7a-Tabla 2). También, se verificó que la riqueza de la cobertura herbácea fue distinta entre las dos áreas de estudio (Figura 6b). Las curvas de rarefacción obtenidas por los métodos de interpolación y extrapolación no se solaparon en ninguna de las gráficas, lo que evidencia que existen diferencias significativas en la diversidad de especies entre ambas áreas de bosque montano (Figura 7). Sin embargo, para la riqueza de especies del orden $q=0$ en el estrato arbustivo no es tan claro, puesto que los intervalos de confianza (color sombreado) se sobreponen, lo que indica que la riqueza de especies es similar como se observa en la Figura 7a, panel izquierdo.

Tabla 2. Número de especies arbustivas y herbáceas observadas y estimadas para los Números de Hill en el bosque montano andino de Numbala y Tapichalaca.

Cobertura	Área	Índices de diversidad	Observado	Estimado
Arbustos	Numbala	Riqueza de especies ($q=0$)	20	22
		Diversidad de Shannon ($q=1$)	15,38	16,42
		Diversidad de Simpson ($q=2$)	12,82	13,78
	Tapichalaca	Riqueza de especies ($q=0$)	17	23,12
		Diversidad de Shannon ($q=1$)	12,57	12,97
		Diversidad de Simpson ($q=2$)	8,77	8,96
Hierbas	Numbala	Riqueza de especies ($q=0$)	13	13
		Diversidad de Shannon ($q=1$)	9,19	9,32
		Diversidad de Simpson ($q=2$)	6,84	6,94
	Tapichalaca	Riqueza de especies ($q=0$)	13	16
		Diversidad de Shannon ($q=1$)	13	13,42
		Diversidad de Simpson ($q=2$)	11,64	12,17

DISCUSIÓN

Composición florística arbustiva, herbácea y epifitas de bosque montano andino

En el bosque montano de Numbala y Tapichalaca se reportó mayor riqueza de especies arbustivas y herbáceas comparada con otros ecosistemas de la región sur de Ecuador como los bosques siempreverde montanos bajos. Aguirre et al. (2018), reportaron 13 especies de arbustivos en el bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, en otro estudio, Poma (2003), en un bosque siempreverde de tierras bajas de Amazonia registró 36 especies arbóreas, 8 arbustivas y 8 herbáceas. También, se puede evidenciar que las áreas de estudio reportan resultados similares en cuanto a la riqueza de especies arbustivas y herbáceas con bosques localizados en el mismo cantón, por ejemplo con el estudio realizado por Maldonado et al. (2018) en un bosque siempreverde montano bajo de Palanda, quienes determinaron 100 especies distribuidas en 36 árboles, 24 arbustos y 17 hierbas. La riqueza de especies puede variar en función de la latitud y altitud, puede ser más alta en los trópicos por la latitud y disminuir con la altitud (Malizia et al., 2020), enunciado que es contrastado con los resultados encontrados, al verificar que la riqueza de especies arbustivas y herbáceas en Numbala (menor altitud) fue menor que en Tapichalaca (mayor altitud) en el bosque montano.

Los resultados de las epifitas vasculares, incluyendo orquídeas, aráceas, bromeliáceas y helechos, entre otras, son un componente importante de estos bosques, tanto en lo que se refiere a la riqueza de las especies (Gentry y Dodson, 1987; Krömer et al., 2005; Nieder et al., 1999), como a su rol en los ciclos de agua y nutrientes (Coxson y Nadkarni, 1995; Nadkarni, 1984). El bosque montano se caracteriza por estar expuesto a frecuentes lluvias y a corrientes de aire humedecido y brumoso. Además representan uno de los ecosistemas más diversos del mundo, ya que están considerados como un *hotspots* de biodiversidad mundial (Tobón, 2009). Estos postulados fueron ratificados con los resultados encontrados en este estudio al encontrar mayor riqueza de arbustos y epifitas en el bosque montano andino de Tapichalaca, la cual es una área con mayor humedad y altitud comparada con Numbala.

En el estrato arbustivo las familias más diversas fueron: Rubiaceae, Piperaceae, Melastomataceae y Solanaceae en Tapichalaca y Numbala, que coinciden con lo reportado por Aguirre et al. (2018) quienes indican a las familias Rubiaceae, Lauraceae, Primulaceae, y Chlorantaceae como las más diversas, así mismo, con estudios realizados por Quizhpe y Orellana (2011), que indican a las familias Rubiaceae y Melastomaceae como las familias más diversas en el estrato arbustivo; también son similares con los estudios de Ramírez y Naranjo (2009) y Maldonado et al. (2018). Gentry (1993) manifiesta que las familias más ricas en especies en los bosques andinos son Lauraceae y Rubiaceae, confirmando los datos obtenidos en este estudio, por la presencia de mayor número de especies; así mismo, en los bosques montanos de los Andes localizados entre 1500 y 2900 m de elevación, las familias Rubiaceae y Melastomataceae son predominantes (SCA, 2009), lo cual fue corroborado con los resultados del presente estudio.

Orchidaceae fue la familia más importante en cuanto al número de epifitas registradas en las dos áreas de estudio, este grupo de plantas puede contribuir hasta el 50 % de la diversidad total (Kelly et al., 1994; Nieder et al., 1999) en los bosques montanos andinos. Mucha de esa diversidad es el resultado de géneros neotropicales con varias especies, p.e. *Cyrtochilum*, *Epidendrum*, *Ida*, *Gomphichis*, *Maxillaria*, *Pleurothallis* y *Stelis* que fueron registrados en las áreas de estudio. Cabe indicar que, en Ecuador, la riqueza de las especies de orquídeas es al menos cinco veces mayor que la de helechos (Jørgensen y León-Yáñez, 1999), lo cual fue observado en el presente estudio, al encontrar a Orchidaceae como la más diversa. Esto puede ser debido a un patrón biogeográfico determinado por la ubicación geográfica de Ecuador en el trópico, es decir, se revela una tendencia a gran escala de una concentración de la diversidad de orquídeas a nivel tropical y un aumento relativo de pteridófitos epífitos extratropical (Krömer et al., 2007).

Adicionalmente, en bosques de tierras bajas, las aráceas son casi tan numerosas como las orquídeas representando un cuarto del total de especies de epifitas; pero en bosques montanos, normalmente la riqueza de especies de aráceas es más reducida, a excepción de algunas regiones montañosas en Ecuador (Nieder et al., 1999), postulado que fue observado en las familias de epifitas registradas en las áreas de estudio. La abundancia de epifitas en el dosel de los árboles son indicadores del grado de intervención, ya que las epifitas contribuyen con el mantenimiento de la humedad, al ciclo hidrológico y favorecen a la riqueza biológica de estos bosques.

Las especies más abundantes del estrato arbustivo fueron: *Psychotria pichisensis* y *Palicourea luteonivea* en el bosque montano andino de Tapichalaca, mientras que, *Piper crassinervium* y *Piper barbatum* en el bosque de Numbala, estos resultados difieren a los reportados por Aguirre et al. (2018) quienes identificaron en el bosque siempreverde montano bajo del catón Chinchipe *Psychotria brachiata* y *Tetrarhodium andinum* como las especies más representativas, así mismo, difieren con los resultados reportados por Ramírez y Naranjo (2009) que registran a *Piper immutatum* y *Chamaedorea pauciflora*; y por Maldonado et al. (2018) quienes reportan a *Chamaedorea linearis* y *Philodendron* sp., cabe indicar una particularidad con los géneros *Psychotria* y *Piper* los cuales presentan una similitud con los estudios de bosques siempreverdes montanos bajos, no en tanto, la mayoría de los géneros difiere entre los ecosistemas, este fenómeno puede deberse a las condiciones climáticas y de altitud. Cabrera et al. (2019) indican que la composición florística está relacionada con la gradiente altitudinal y geomorfológica (litología y paisaje) en las montañas del bosque andino.

El resultado del ordenamiento PCA demuestra que hay dos gradientes florísticos arbustivas bien diferenciados. El primero, se refiere al componente uno o eje X y el segundo, al componente dos o eje Y en la gráfica. El componente uno, con una varianza en la composición florística igual a 63 % muestra claramente la diferenciación entre los dos bosques montanos andinos. Por otro lado, el componente dos que explica el 37 % de la varianza en la composición florística lo cual refleja una diferenciación entre las coberturas arbustivas de Numbala y Tapichalaca. Por lo tanto, el análisis de similitud florística determinó que en la primera área de estudio Tapichalaca (2383–2455 msnm) y la segunda área Numbala (2090– 2128 msnm) son áreas poco parecidas en su composición florística, dado que comparten únicamente 5 especies de arbustos de las 20 registradas en total, apenas una especie de hierba de las 13 registradas y 7 especies de epifitas de las 20 registradas en Tapichalaca y 30 determinadas en Numbala.

Este contraste en la composición florística de bosques montano andinos ubicados en diferentes altitudes como Numbala y Tapichalaca se deben a gradientes ecológicos (altitud) y geomorfológicos (litología y paisaje) (Cabrera et al., 2019). Sin embargo, se podrían presentar cambios locales de precipitación, humedad y velocidad del viento, que también pueden explicar la variación de diversidad y composición florística con un cambio de altitud.

Diversidad florística arbustiva, herbácea y epifitas de bosque montano andino

La diversidad de bosques montanos está constituida por gran parte de hierbas, arbustos y epifitas (Gentry y Dodson, 1987; Gentry, 1993), mientras que los árboles tienen un papel menos importante que en bosques húmedos tropicales (Bussmann, 2006). Conforme este postulado, la diversidad arbustiva, herbácea y de epifitas registrada fue diferente entre los dos bosques montanos estudiados, demostrando las diferencias en términos de biodiversidad con la que cuenta el sur de Ecuador. Aunque existe mayor endemismo en el bosque de Tapichalaca, la mayor diversidad fue registrada en el bosque montano de Numbala.

Los resultados encontrados indican que la diversidad fue media según el índice de Shannon para el estrato arbustivo y herbáceo en los dos bosques estudiados de Numbala y Tapichalaca, y según el índice de Simpson fue alta la diversidad. La diferencia entre los resultados de diversidad con los dos índices en las áreas de estudio se debe a que el primer índice considera la abundancia de las especies y además

considera el número total de las especies; y el segundo solo considera la abundancia de las especies (Jadán y Aguirre, 2011). No obstante, si se compara estos bosques de reducida superficie con relación a las selvas tropicales lluviosas donde la alta riqueza específica se concentra en los árboles principalmente, se nota que la existencia y la naturaleza de los bosques montañosos se explica por la combinación de varios factores determinantes, como la alta humedad, la altitud, la topografía, la influencia humana que puede alterar e incluso eliminar la diversidad que existe en estos bosques, por otro lado, las perturbaciones naturales, derivadas del cambio climático, es un factor que también interviene en el dinamismo de la composición, estructura y diversidad de los bosques (Still et al., 1999; Young, 2006).

Las diferencias encontradas entre los bosques montañosos andinos de Numbala y Tapichalaca, en términos de diversidad de especies, podrían explicarse por las características particulares del sitio como la historia de uso, el tipo de intensidad de las perturbaciones pasadas, la topografía del lugar y la fauna existente. Estos factores podrían resultar claves en el desarrollo de la dinámica forestal, como la formación de claros, regeneración natural, dispersión, entre otros, y verse reflejados en características del bosque como la diversidad, riqueza y la composición florística, tal como ha sido señalado para explicar la dinámica forestal de la región norte de la cordillera central de Colombia, bosques montañosos de Zamora Chinchipe en el Sur de Ecuador y en el bosque montañoso de Lachuran en Perú (Bussmann, 2006; León et al., 2009; Sánchez et al., 2012). En efecto, las características geomorfológicas, climáticas (temperatura y pluviosidad) e hidrográficas originales del bosque montañoso andino de Numbala y Tapichalaca, así como, la poca variación en la latitud, longitud y altitud, entre los sitios de estudio, deberían determinar la ocurrencia de una diversidad vegetal y estructura bastante parecida; sin embargo, ello no fue así atribuyéndose a que ambos sitios han estado expuestos a diferentes presiones de deforestación, resultando mayor en sitios próximos a los bosques de Numbala.

Adicionalmente, los bosques montañosos andinos de la zona suroccidental del Parque Nacional Podocarpus presentan alta diversidad florística en relación con otros bosques de la región debido a la variabilidad ecológica, influencia del declive de la cordillera de los Andes (vertiente oriental y occidental), que origina la depresión de Huancabamba y da origen a especies únicas de estos ecosistemas (Ulloa y Jorgensen, 1995; Yaguana et al., 2010; Eras et al., 2021). Por estas razones la importancia de conservar y continuar realizando estudios de composición florística no solo de estratos arbóreo, sino de los componentes arbustivos, herbáceos y de epifitas que contribuyan a la diversidad del sur de Ecuador.

CONCLUSIONES

La composición florística del estrato arbustivo es diferente entre los dos bosques estudiados de Tapichalaca y Numbala. La composición florística del bosque montañoso está conformado en total por 37 arbustos, 26 hierbas y 50 epifitas vasculares, distribuidas en Numbala 20 especies de arbustos, 13 especies de hierbas y 30 epifitas, mientras que, en Tapichalaca se registró 17 especies de arbustos, 13 especies de hierbas y 20 epifitas.

En el bosque montañoso andino de Tapichalaca, las familias con mayor número de especies son: Rubiaceae (4 especies) y Piperaceae (3 especies) para el estrato arbustivo, Dryopteridaceae con 4 especies, y las familias Begoniaceae y Urticaceae con 2 especies cada familia para el estrato herbáceo; finalmente con el 40 % Orchidaceae (8 especies) para las epifitas. Asimismo, en el bosque montañoso andino de Numbala, las familias con mayor número de especies son: Piperaceae con 9 especies y Rubiaceae con 4 especies para el estrato arbustivo, Araceae y Piperaceae con 3 especies, y las familias Dryopteridaceae y Gesneriaceae con 2 especies cada familia para el estrato herbáceo; finalmente Orchidaceae con 13 especies para las epifitas.

Lozano, D. et al., (2022). Diversidad arbustiva, herbácea y de epifitas del bosque montano de las reservas naturales: Tapichalaca y Numbala, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe. *Bosques Latitud Cero*, 12(2): 62 - 75. <https://doi.org/10.54753/blc.v12i2.1653>

La abundancia del estrato arbustivo en el bosque montano de Tapichalaca la representa la especie *Psychotria pichisensis* con 3556 ind/ha y, las especies con menor abundancia son *Hedyosmum goudotianum*, *Piper andreanum* y *Solanum albidum* con valores de 89 ind/ha. Para, el bosque montano de Numbala la especie *Piper crassinervium* es la más abundante con 1.111 ind/ha, y las especies con menor abundancia son *Casearia decandra* y *Solanum aphyodendron* con 44 ind/ha.

En el estrato herbáceo del bosque montano de Tapichalaca, *Begonia* sp., *Pilea* sp. y *Mikania* sp. son las más abundantes, y en el bosque de Numbala la especie *Pilea trichosanthes* es la más abundante. Las epifitas con mayor densidad en el bosque montano de Tapichalaca y Numbala son *Guzmania sibundoyorum*, *Tillandsia biflora* y *Anthurium dombeyanum*.

AGRADECIMIENTOS

A la fundación Naturaleza y Cultura Internacional y Fundación Jocotoco por las facilidades logísticas proporcionadas para ingresar a las zonas de estudio. Al Programa de Botánica y Conservación del Jardín Botánico del Missouri para el Ecuador, en la persona del Doctor David Neill por el aporte financiero de las Becas Mellon. Finalmente dejamos constancia de nuestro agradecimiento al personal Técnico del Herbario Reinaldo Espinosa por la logística y apoyo brindado en el desarrollo de la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre-Mendoza, Z., Celi-Delgado, H., & Herrera Herrera, C. (2018). Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(3), 923–938. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.253.25306>
- Antón, D., & Reynel, C. (2004). *Relictos de bosques de excepcional diversidad en los Andes Centrales del Perú*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Bussmann, R. W. (2006). Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso Andean. *Revista Peruana de Biología*, 12(2). <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/biologiaNEW.htm>
- Buttigieg, P. L., & Ramette, A. (2014). A guide to statistical analysis in microbial ecology: a community-focused, living review of multivariate data analyses. *FEMS Microbiology Ecology*, 90(3), 543–550. <https://doi.org/10.1111/1574-6941.12437>
- Cabrera, O., Benítez, Á., Cumbicus, N., Naranjo, C., Ramón, P., Tinitana, F., & Escudero, A. (2019). Geomorphology and Altitude Effects on the Diversity and Structure of the Vanishing Montane Forest of Southern Ecuador. *Diversity 2019, Vol. 11, Page 32, 11(3)*, 32. <https://doi.org/10.3390/D11030032>
- Chao, A., Gotelli, N. J., Hsieh, T. C., Sander, E. L., Ma, K. H., Colwell, R. K., & Ellison, A. M. (2014). Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecological Monographs*, 84(1), 45–67. <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- Chao, A., & Jost, L. (2012). Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93(12), 2533–2547. <https://doi.org/10.1890/11-1952.1>
- Colwell, R. K., Chao, A., Gotelli, N. J., Lin, S.-Y., Mao, C. X., Chazdon, R. L., & Longino, J. T. (2012). Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages Keywords: Bernoulli product model d Coleman curve d multinomial model d Poisson model d random placement d species-area relation. *Journal of Plant Ecology*, 5(1), 3–21. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtr044>

- Coxson, D. S., & Nadkarni, N. M. (1995). Ecological roles of epiphytes in nutrient cycles of forest ecosystems. *Forest Canopies.*, 495–543.
- Cuesta, F., Peralvo, M., Valarezo, N., & ECOBONA-Intercooperation, P. R. (2009). *Los bosques montanos de los Andes Tropicales*. P. R. ECOBONA-Intercooperation.
- Eras, M., Peña, J., & Aguirre, Z. (2021). Diversidad forística, endemismo y estado de conservación de los componentes arbustivo y herbáceo de un bosque andino en el sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 11(1), 83–96.
- Gentry, A. H. (1993). Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forests. *Patterns of Diversity and Floristic Composition in Neotropical Montane Forests.*, 103–126.
- Gentry, A. H., & Dodson, C. H. (1987). Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 74(2), 205–233.
- Hsieh, T. C., Ma, K. H., & Chao, A. (2016). *iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers)*. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- Jadán, O., & Aguirre, Z. (2011). *Flora de los Tepuyes de la Cuenca Alta del río Nangaritzza, cordillera del Cóndor. Evaluación Ecológica Rápida de la biodiversidad de los Tepuyes de la Cuenca Alta del Río Nangaritzza, Cordillera del Cóndor, Ecuador*.
- Jørgensen, P. M., & León-Yáñez, S. (1999). *Catalogue of the vascular plants of Ecuador (Vol. 75, pp. 1-1182)*.
- Kelly, D. L., Tanner, E. V. J., Lughadha, E. N., & Kapos, V. (1994). Floristics and biogeography of a rain forest in the Venezuelan Andes. *Journal of Biogeography*, 21(4), 421–440.
- Krömer, T., Kessler, M., & Gradstein, R. (2007). Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant Ecology*, 189, 261–278.
- Krömer, T., Kessler, M., Gradstein, S. R., & Acebey, A. (2005). Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. *Journal of Biogeography*, 32, 1799–1809. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01318.x>
- León, J. D., Vélez, G., & Yepes, A. P. (2009). Estructura y composición florística de tres robledales en la región norte de la cordillera central de Colombia. In *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN (Vol. 57, Issue 4)*.
- Maldonado, S., Herrera Herrera, C., Gaona, T., & Aguirre, Z. (2018). Estructura y composición florística de un bosque siempreverde montano bajo en Palanda, Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(2), 615-630. <https://doi.org/10.22497/ARNALDOA.252.25216>
- Malizia, A., Blundo, C., Carilla, J., Acosta, O. O., Cuesta, F., Duque, A., Aguirre, N., Aguirre, Z., Ataroff, M., Baez, S., Calderón-Loor, M., Cayola, L., Cayuela, L., Ceballos, S., Cedillo, H., Ríos, W. F., Feeley, K. J., Fuentes, A. F., Gámez Álvarez, L. E., ... Young, K. R. (2020). Elevation and latitude drives structure and tree species composition in Andean forests: Results from a large-scale plot network. *PLoS ONE*, 15(4). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0231553>
- Mueller-Dombois, D., & Ellenberg, H. (1974). Aims and Methods of Vegetation Ecology. In *Geographical Review* (Vol. 66, Issue 1, p. 114). <https://doi.org/10.2307/213332>
- Nadkarni, N. M. (1984). Epiphyte biomass and nutrient capital of a neotropical elfin forest. *Biotropica*, 16(4), 249–256.
- Nieder, J., Engwald, S., & Barthlott, W. (1999). Patterns of neotropical epiphyte diversity. *Selbyana*, 20(1), 66–75.

Lozano, D. et al., (2022). Diversidad arbustiva, herbácea y de epifitas del bosque montano de las reservas naturales: Tapichalaca y Numbala, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe. *Bosques Latitud Cero*, 12(2): 62 - 75. <https://doi.org/10.54753/blc.v12i2.1653>

- Pielou, E. C. (1975). *Ecological diversity*. John Wiley and Sons (ed).
- Poma, K. (2003). *Composición Florística, Estructura y Endemismo de un bosque siempreverde de tierras bajas de la Amazonía, en el cantón Taisha, Morona Santiago*. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja.
- Quizhpe, A., & Orellana, M. (2011). *Caracterización Florística y Estructura de la Vegetación Natural de la Quinta El Pادمي, Provincia de Zamora Chinchipe*. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*.
- Ramírez, T., & Naranjo, E. (2009). *Composición Florística, Estructura y Estado de Conservación del Bosque Nativo de la Quinta El Pادمي, Provincia De Zamora Chinchipe*. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Ricotta, C., & Podani, J. (2017). On some properties of the Bray-Curtis dissimilarity and their ecological meaning. *Ecological Complexity*, 31, 201–205. <https://doi.org/10.1016/J.ECOCOM.2017.07.003>
- Sánchez, M., Troncos-Castro, J., Lizano-Durán, C., Parihuamán-Granda, O., Quevedo-Calle, D., Rojas-Idrovo, C., & Delgado-Paredes, G. (2012). La vegetación terrestre del Bosque Montano de Lanchurán (Piura, Perú). *Caldasia*, 34(1), 1–24. <http://www.icn.unal.edu.co/>
- SCA, S. G. de la C. A. (2009). *Atlas de los Andes del Norte y Centro* (D. L. en la B. N. del P. N. 2009-03566. (ed.).
- Still, C., Foster, P., & Schneider, S. (1999). Simulating the effects of climate change on tropical montane cloud forests. *Nature*, 398, 608–610.
- Tejedor-Garavito, N., Álvarez, E., Caro, S. A., Murakami, a A., Blundo, C., Espinoza, T. E. B., & Torre, M. a La. (2012). Evaluación del estado de conservación de los bosques montañosos en los Andes tropicales. *Ecosistemas*, 21, 148–166.
- Tobón, C. (2009). *Los bosques andinos y el agua: Programa Regional para la Gestión Social de Ecosistemas Forestales Andinos ECOBONA*.
- Ulloa, C., & Jorgensen, P. M. (1995). *Árboles y arbustos de los Andes del Ecuador* (ABYA-YALA (ed.); 2da ed.).
- Valencia, R., Cerón, C., Palacios, W., & Sierra, R. (1999). Las Formaciones Naturales de la Sierra del Ecuador. In P. I.-B. y EcoCiencia. (Ed.), *Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental*.
- Yaguana, C., Lozano, D., & Aguirre, Z. (2010). Diversidad florística y estructura del bosque nublado en el Sur Occidente del Parque Nacional Podocarpus. *Ecología Forestal*, 1(1), 47.
- Young, K. R. (2006). Bosques húmedos. In *Botánica Económica de los Andes Centrales* (pp. 121–129).



1859

unl

Universidad
Nacional
de Loja

Revista científica digital de publicación periódica semestral, editada por docentes de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, cuyo objetivo es contribuir al conocimiento científico y tecnológico, con enfoque multidisciplinario en los campos de la Silvicultura, Recursos Naturales Renovables, Producción Forestal, Biodiversidad, Productos Forestales Maderables y No Maderables, Tecnologías de la Madera, Cuencas Hidrográficas, Recursos Hídricos, Industrias Forestales, Agroforestería y Silvopasturas, Desarrollo Socioeconómico Rural, Genética y mejoramiento Forestal-Agrícola, Plagas y Enfermedades Agrícolas, Ordenamiento Territorial, Restauración Ecológica y Cambio Climático, entre otros, aportando al desarrollo y fortalecimiento de la investigación en el país.

“**Bosques Latitud Cero**” publica trabajos originales, bajo la responsabilidad de sus autores de temas académicos y de investigación científica. Es un espacio para la difusión y transferencia de resultados de conocimiento e innovación, cuya cobertura temática va dirigida a profesionales y estudiantes que gustan de estas ciencias.

Volumen Doce, Número 2

ISSN: 2528-7818

Periodicidad: Semestral

Publicación: Digital

Dirección: Av. Pío Jaramillo Alvarado y Reinaldo Espinosa, La Argelia

PBX: (593) 07 - 2547252

Página Web: www.revistas.unl.edu.ec

e-mail: bosqueslatitudcero@unl.edu.ec

Indizada/Resumida en Latindex-Catálogo 2.0

Folio: 16056

2022

Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento No Comercial/Sin Obra Derivada 4.0 Internacional de Creative Commons.

Para ver una copia de esta licencia visite:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

LOJA-ECUADOR



REVISTA INDEXADA
BOSQUES LATITUD CERO

latindex
catálogo 2.0

REDIB
Red Iberoamericana
de Innovación y Conocimiento Científico

Google
Scholar

ROAD
DIRECTORY
OF OPEN ACCESS
SCHOLARLY
RESOURCES

BASE

Diseño, Diagramación y Portada:

Ing. Vinicio Alvarado Jaramillo

Editor:

Ing. Vinicio Alvarado Jaramillo

Fotografía de portada superior:

Dr. Zhofre Aguirre

Fotografía de portada inferior:

Diario Crónica de la Tarde

Revisión de Abstract:

Ing. Clemencia Herrera

Institución Editora:

Universidad Nacional de Loja

Código Postal:

110150

Ciudad: *Loja*

Parroquia: *San Sebastián*

Teléfono: (+593) 07 - 2547275