Revista Cubana de Ciencias Forestales

Volumen 13, número 1; 2025, enero-abril

liberciencia
EDITORIAL CIENTÍFICA UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO

UNIVERSIDAD DE PINAR DEL RÍO
HERMANOS SAÍZ MONTES DE OCA

CFORES
REVISTA CUBANA DE CIENCIAS FORESTALES

ISSN: 2310-3469 RNPS: 2347
Revista CFORES, enero-abril 2025; 13(1): e879

Artículo original

Estructura y composición florística de un bosque siempreverde piemontano del centro de la Amazonía ecuatoriana, Puyo, Pastaza

Structure and floristic composition of a piedmont evergreen forest in the central Ecuadorian Amazon, Puyo, Pastaza

Estrutura e composição florística de uma floresta perene do Piemonte na Amazônia central equatoriana, Puyo, Pastaza

Yamila Lazo Pérez[1*], *Arliet Morales Moreno*[2], *Yasiel Arteaga Crespo*[1], *Yudel García Quintana*[1]

[1]Universidad Estatal Amazónica. Ecuador.

[2]Palmeras del Ecuador S.A. Ecuador.

[*]Autor para la correspondencia: ylazo@uea.edu.ec

Recibido: 15/01/2025.
Aprobado: 27/01/2025.
Publicado: 31/01/2025

RESUMEN

Los estudios de estructura y composición florística son importantes para la gestión y conservación forestal. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la estructura y composición florística de un bosque siempreverde piemontano del centro de la Amazonía ecuatoriana, microcuenca del río Puyo, Pastaza. Se establecieron cinco transectos permanentes de 0,1 ha (10 x 100 m), registrando las especies con $d_{1.30}$ e" 10 cm. Se determinó la estructura mediante estratificación, posición sociológica, clases diamétricas, cociente de mezcla y el índice de valor de importancia ecológica. Se registraron 65 especies dentro de 53 géneros y 30 familias, con un total de 322 individuos. Las familias con mayor riqueza de especies fueron: Fabaceae (14), Euphorbiaceae (10), Lauraceae (8) y Urticaceae (8) que representaron el 40,8 % del total de especies y con mayor número de individuos, Arecaceae (101), Euphorbiaceae (58), y Melastomataceae (33), que representaron el 59,7 % del total. Se reportó el predominio de un patrón de distribución vertical no continúo (78 %), determinado por la escasa representación de las especies en los estratos. La distribución de individuos por clases diamétricas y el cociente de mezcla reflejaron mayor concentración en las clases inferiores, como indicador de la heterogeneidad del bosque. Las especies *Wettinia maynensis*, *Alchornea glandulosa* y *Miconia splendens* resultaron claves de este ecosistema, con mayor índice de importancia ecológica. El estudio sugiere que el bosque presenta una composición y estructura modificada, con presencia de especies pioneras típicas de la sucesión, lo cual sirve como referencia de los cambios que experimentan áreas de interés para la biodiversidad.

Palabras clave: bosque montano, microcuenca, estructura vertical, estructura horizontal

---

ABSTRACT

Studies of floristic structure and composition are important for forest management and conservation. The objective of this work was to characterize the structure and floristic composition of a piedmont evergreen forest in the central Ecuadorian Amazon, Puyo River micro-basin, Pastaza. Five permanent transects of 0, 1 ha (10 x 100 m) were established, recording the species with $d_{1.30} \geq 10$ cm. The structure was determined by stratification, sociological position, diameter classes, mixing quotient and the ecological

importance value index. 65 species were recorded within 53 genera and 30 families, with a total of 322 individuals. The families with the highest species richness were: Fabaceae (14), Euphorbiaceae (10), Lauraceae (8) and Urticaceae (8) which represented 40, 8 % of the total species and with the highest number of individuals, Arecaceae (101), Euphorbiaceae (58), and Melastomataceae (33), which represented 59.7 % of the total. The predominance of a non-continuous vertical distribution pattern was reported (78 %), determined by the scarce representation of the species in the strata. The distribution of individuals by diameter classes and the mixing ratio reflected a greater concentration in the lower classes, as an indicator of the forest's heterogeneity. The species *Wettinia maynensis* , *Alchornea glandulosa* and *Miconia splendens* were key to this ecosystem, with a higher index of ecological importance. The study suggests that the forest has a modified composition and structure, with the presence of pioneer species typical of the succession, which serves as a reference for the changes experienced by areas of interest for biodiversity.

Keywords: montane forest, micro-basin, vertical structure, horizontal structure

---

RESUMO

Estudos de estrutura e composição florística são importantes para o manejo e conservação florestal. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a estrutura e a composição florística de uma floresta perene do sopé da Amazônia central equatoriana, microbacia do rio Puyo, Pastaza. Foram estabelecidos cinco transectos permanentes de 0,1 ha (10 x 100 m), registrando as espécies com d1,30 e" 10 cm. A estrutura foi determinada pela estratificação, posição sociológica, classes de diâmetro, quociente de mistura e índice de valor. de importância ecológica. Foram registradas 65 espécies distribuídas em 53 gêneros e 30 famílias, totalizando 322 indivíduos. As famílias com maior riqueza de espécies foram: Fabaceae (14), Euphorbiaceae (10), Lauraceae (8) e Urticaceae (8) que representaram 40,8 % do total de espécies e com maior número de indivíduos, Arecaceae (101), Euphorbiaceae (58) e Melastomataceae (33), que representaram 59,7% do total. A predominância de um padrão de distribuição vertical não contínuo (78%), determinada pela escassa representatividade das espécies nos estratos. A distribuição dos indivíduos por classes o diâmetro e a proporção de mistura

refletiram maior concentração nas classes mais baixas, como um indicador da heterogeneidade da floresta. As espécies *Wettinia maynensis*, *Alchornea glandulosa* e *Miconia splendens* foram fundamentais para este ecossistema, com o maior índice de importância ecológica. O estudo sugere que a floresta apresenta composição e estrutura modificadas, com presença de espécies pioneiras típicas da sucessão, o que serve de referência para as mudanças sofridas por áreas de interesse para a biodiversidade.

Palavras-chave: floresta montanhosa, microbacia, estrutura vertical, estrutura horizontal

INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales ubicados en la cuenca del Amazonas son áreas de gran relevancia debido a su diversidad biológica, especialmente en lo que respecta a la riqueza de especies vegetales (Noroozi *et al*., 2018; Guevara *et al*., 2019; Raven *et al*., 2020). La cuenca del Amazonas aglutina el 50 % de los bosques del mundo y desempeña un papel estratégico en el secuestro de carbono (Lathuilliere *et al*., 2016). La región amazónica, con aproximadamente 82 120 km², representa cerca del 30 % del territorio nacional de Ecuador y en el contexto regional el 2 % de la cuenca Amazónica. Incluye tanto las planicies de inundación de los ríos de origen andino y amazónico, sus interfluvios, así como las cordilleras amazónicas que se levantan hacia el sur (MAE, 2013). Esta región alberga sitios que contienen recursos florísticos sobresalientes y la distribución de las especies es heterogénea en correspondencia con las características edáficas y ambientales, lo cual determina diferencias en cuanto a composición florística, diversidad y estructura de los bosques (Maldonado *et al*., 2018).

Los bosques montanos encierran una excelente diversidad biológica, especialmente florística (Aguirre-Mendoza *et al*., 2018). Estos bosques tienen una importancia global por ser reservorios de biodiversidad y por sus excepcionales funciones de regulación hídrica y mantenimiento de la calidad del agua. Se consideran como un sitio megadiverso por formar parte del *hotspot-Uplands Western Amazonia* (Myers *et al*., 2000).

La microcuenca del río Puyo, en la Amazonía ecuatoriana, es reconocida por los múltiples beneficios sociales, ambientales y económicos. La importancia de esta área está dada por sus funciones hidroreguladoras, biodiversidad, provisión de alimento, protección del ciclo de nutrientes, retención del carbono, regulación de plagas y polinización, constituyendo parte importante del sustento económico de las poblaciones indígenas de la zona (García-Quintana *et al*., 2021). Sin embargo, la presión antrópica por el aprovechamiento insostenible de los recursos del bosque ha provocado cambios en el uso del suelo, deforestación y fragmentación del paisaje, que ponen en riesgo la biodiversidad, funcionalidad e integridad ecológica de estos ecosistemas, incentivado aún más por la insuficiente planificación de las instituciones públicas para la conservación y protección de estos ecosistemas.

Los estudios sobre la vegetación y estructura ayudan a entender la dinámica de los ecosistemas (Mieles-Giler *et al*., 2024; Seidl & Turner, 2022). La información sobre la estructura y composición florística es una herramienta importante para la evaluación del potencial de un bosque y la definición de estrategias de manejo y conservación (Mena *et al*., 2020).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la estructura y composición florística de un bosque siempreverde piemontano del centro de la Amazonía ecuatoriana, microcuenca del río Puyo, Pastaza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio comprendió un área de un bosque siempreverde piemontano, ubicado en la microcuenca del río Puyo, dentro de la demarcación hidrográfica del río Pastaza, en el cantón Mera, provincia de Pastaza, dentro de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Llanganates. Limita al norte con el cantón Santa Clara, al sur con la parroquia Shell, al Este con Fátima y Teniente Hugo Ortiz y al Oeste con el Parque Nacional Llanganates (Figura 1). Las condiciones bioclimáticas predominantes del área de estudio corresponden a un clima tropical megatérmico húmedo, con una temperatura media

anual de 21,3 °C y una precipitación anual de 4 119 mm. La precipitación más baja ocurre de enero a abril, mientras que la más alta ocurre de mayo a julio. La humedad relativa es de 84 % y la altitud promedio es de 1 100 m s.n.m (INAMHI, 2014).

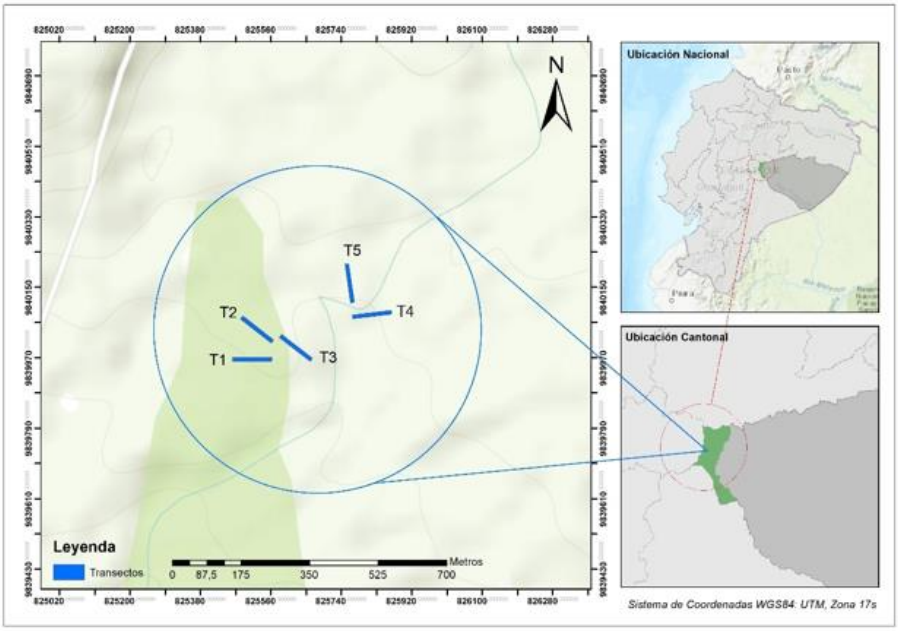

Figura 1. *- Ubicación geográfica del área de estudio correspondiente a un bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo, Pastaza, Ecuador.*

Inventario florístico

Se establecieron cinco parcelas permanentes de 0,1 ha (10 x 100 m), mediante muestreo aleatorio, considerando la accesibilidad y la topografía. El tamaño de la muestra se seleccionó a partir de la adaptación del modelo de transectos de Inventario Rápido propuesto por Gentry (1982) y la metodología de Lozano *et al.* (2013). Se registraron todos los árboles con $D_{1.30} \geq 10$ cm, los cuales fueron identificados en campo con el apoyo de un botánico experto en flora amazónica y se constató con el Libro de Árboles de Ecuador (Palacios, 2016) y la colección de muestras del Herbario Ecuatoriano Amazónico (ECUAMZ) de la Universidad Estatal Amazónica.

Parámetros estructurales

Con los datos de diámetro y altura de los árboles inventariados se determinaron como parámetros estructurales las clases de estratos, posición sociológica, distribución de clases diamétricas, cociente de mezcla e índice de valor de importancia.

La estratificación del bosque fue analizada a partir de la conformación de tres clases de estratos, según los criterios de Godínez y López (2006), donde se consideró el estrato inferior (h ≤ 10 m), estrato medio (10,1 m ≤ h ≤ 20 m) y el estrato superior (h > 20 m)

Se determinó la posición sociológica de cada una de las especies arbóreas, a partir de la metodología de Finol (1976). Se asignó un valor fitosociológico a cada subestrato y con esto se calculó el valor absoluto de la posición sociológica de las especies, a través de la suma de los valores fitosociológicos en cada subestrato mediante el producto del valor fitosociológico del estrato, considerado por el número de individuos de la especie en ese mismo estrato. Finalmente, se obtuvo la posición sociológica relativa de cada especie a partir de las siguientes expresiones 1, 2 y 3:

$$VF = \frac{n}{N} \quad (1)$$

$$PS_a = VF_i * n_i + VF_m * n_m + VF_s * n_s \quad (2)$$

$$PS_r = \frac{PS_a}{PS_t} * 100 \quad (3)$$

Donde:

VF : Valor fitosociológico

n : Número de individuos

N : Número total de individuos de todas las especies

PS_a: Posición sociológica absoluta

VF_i: Valor fitosociológico del sub-estrato inferior

VF_m: Valor fitosociológico del sub-estrato medio

VF_s: Valor fitosociológico del sub-estrato superior

n_i: Número de individuos del sub-estrato inferior

n_m: Número de individuos del sub-estrato medio

n_s= número de individuos del sub-estrato superior

PS_r: Posición sociológica relativa

PS_t: posición sociológica total

La distribución diamétrica se realizó a partir de la conformación de clases diamétricas (CD), las cuales se agruparon en intervalos de 10 cm, siendo la clase inferior 10-20 cm y la superior mayor a 80 cm. El número de intervalos y la amplitud de la clase se obtuvo a partir de lo descrito por Melo & Vargas (2003).

Se determinó el cociente de mezcla para expresar la homogeneidad o heterogeneidad de la composición florística. Se obtuvo aplicando la fórmula planteada por Lamprecht (1990) Ecuación 4:

$$CM = \frac{N}{S} \quad (4)$$

Donde:

N : Número de individuos

S : Número de especies

El índice de valor de importancia ecológica de cada especie se determinó aplicando la fórmula descrita por Bascopé & Jorgensen (2005) y Aguirre (2013) Ecuación 5:

$$IVI = AR + DR + FR \quad (5)$$

Donde:

AR: Abundancia relativa

DR: Dominancia relativa

FR: Frecuencia relativa

Procesamiento estadístico

Se realizó un análisis de componentes principales con el programa CANOCO ver.5.0, a partir de la matriz de datos de especies y los transectos, con el propósito de determinar la contribución de la abundancia de las especies en cada uno de los transectos de estudio.

RESULTADOS

Composición florística del bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo, Pastaza

Se registraron 65 especies dentro de 53 géneros y 30 familias, con un total de 322 individuos. Se reportó una elevada diversidad de familias botánicas, pero con una composición desproporcionada en cuanto al número de individuos y especies. Las familias con mayor riqueza de especies no se corresponden con las de mayor número de individuos, resultando Fabaceae con mayor número de especies (14) y Arecaceae con mayor cantidad de individuos (101). Las familias de mayor número de especies representaron el 40,8 % del total de las especies y las de mayor número de individuos representaron el 59,7 % del total. La alta representatividad de la familia Arecaceae, está dado por la presencia de la especie *Wettinia maynensis*, lo cual indicó la abundancia de esta palma como grupo ecológico predominante en la zona alta de la microcuenca del río Puyo a una altitud entre 1 122 y 1 292 m s.n.m. Por otra parte, 14 familias, que corresponden al 46,66 % del total, estuvieron representadas por una especie e individuo (Figura 2).

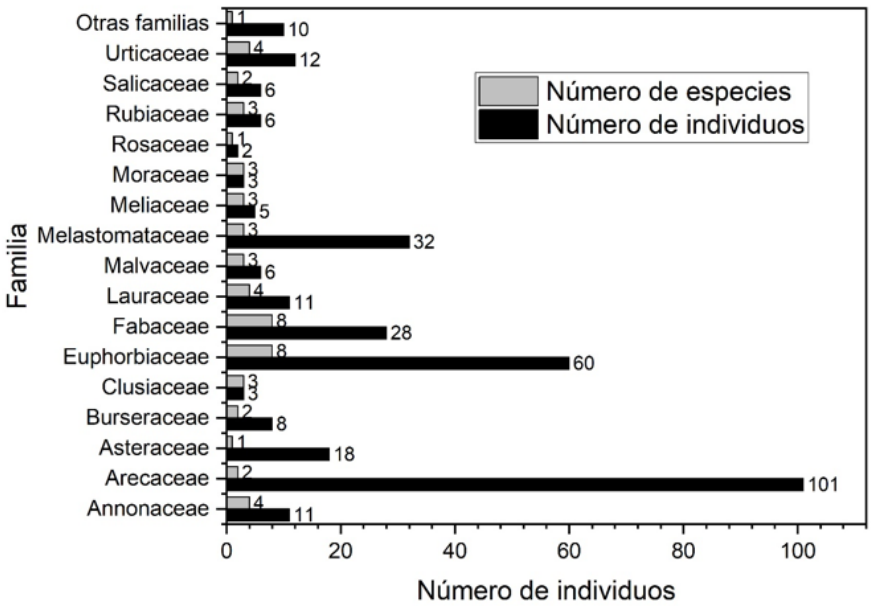

***Figura 2**. - Abundancia de especies e individuos por familias botánicas en el bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo.*

Parámetros estructurales del bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo, Pastaza

Estratificación del bosque

La estratificación vertical del bosque siempreverde piemontano, reportó que el estrato medio, que comprende la clase de altura de 10,1 a 20 m, fue el más representado con un total de 225 individuos y el estrato superior, con una clase de altura superior a 20 m, fue el menos representado con 7 individuos, cuyo dosel alcanzó hasta 30 m de altura (Figura 3).

Se identificaron tres especies como las más representativas del estrato superior *Dacryodes olivifera, Alchornea glandulosa* e *Inga velutina*, por lo que se consideran dominantes y seis especies en el estrato inferior *Inga velutina, Miconia splendens, Tovomitopsis membranácea, Trichilia pallida, Sterculia colombiana, Wettinia maynensis, Alchornea glandulosa,* las cuales corresponden a las dominadas.

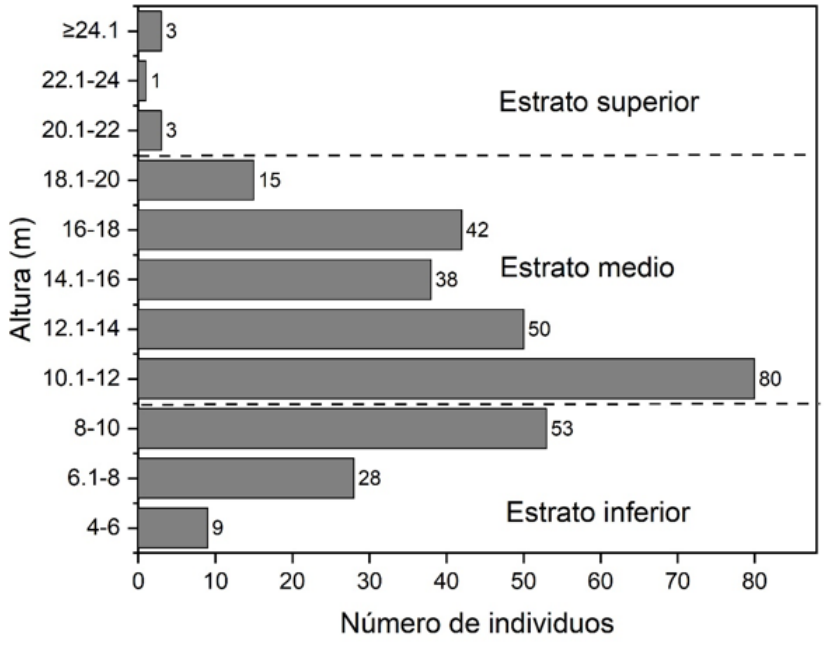

Figura 3. *- Abundancia de individuos por clases de altura en el bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo*

Posición sociológica

De las diez especies con mayor posición sociológica, *Wettinia maynensis, Alchornea glandulosa, Miconia splendens e Inga velutina* presentaron los valores más altos (Tabla 1). Es notorio resaltar que no todas las especies se encontraron representadas en los tres estratos del bosque. Del total de especies inventariadas, el 78,0 % se encontraron presentes en un solo estrato (estrato medio), el 17,0 % fueron compartidas por el estrato inferior e intermedio y solo el 5,0 % de las especies estuvieron presentes en los tres estratos, con una distribución vertical continua. Las especies que presentaron mayor distribución continua fueron: *Alchornea glandulosa*, *Inga velutina* y *Dacryodes olivifera*. La baja presencia de especies en los tres estratos reflejó el predominio de un patrón de distribución vertical no continúo, lo cual pone en riesgo la permanencia de las especies en las parcelas de estudio.

Tabla 1. *- Posición fitosociológica absoluta y relativa de las diez especies con mayor valor en los estratos del bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo*

Especies	PS_a	PS_r
Alchornea glandulosa Poepp	30,36	15,83
Wettinia maynensis Spruce	51,92	27,07
Miconia splendens (Sw) Griseb	10,39	5,42
Inga velutina Willd	7,67	4,00
Sapium glandulosum (L) Morong	4,25	2,21
Cecropia ficifolia Warb. ex. Snethl	3,54	1,84
Ocotea cernua Ness (Mez)	3,54	1,84
Laetia procera Poepp	3,54	1,84
Inga multinervis T.D.Penn	3,10	1,61
Duguetia spixiana Mart	2,83	1,47

Clases diamétricas

La estructura por clases diamétricas estuvo caracterizada por la mayor concentración de individuos en las clases diamétricas inferiores, lo cual se asemejó a la forma típica de una "J" invertida. El mayor porcentaje de individuos (66 %) se concentró en la primera clase

diamétrica (10-20 cm) con un total de 212 árboles en 0,5 ha y el menor porcentaje en la clase diamétrica más alta (> 80 cm) con 1 árbol en 0,5 ha (Figura 4).

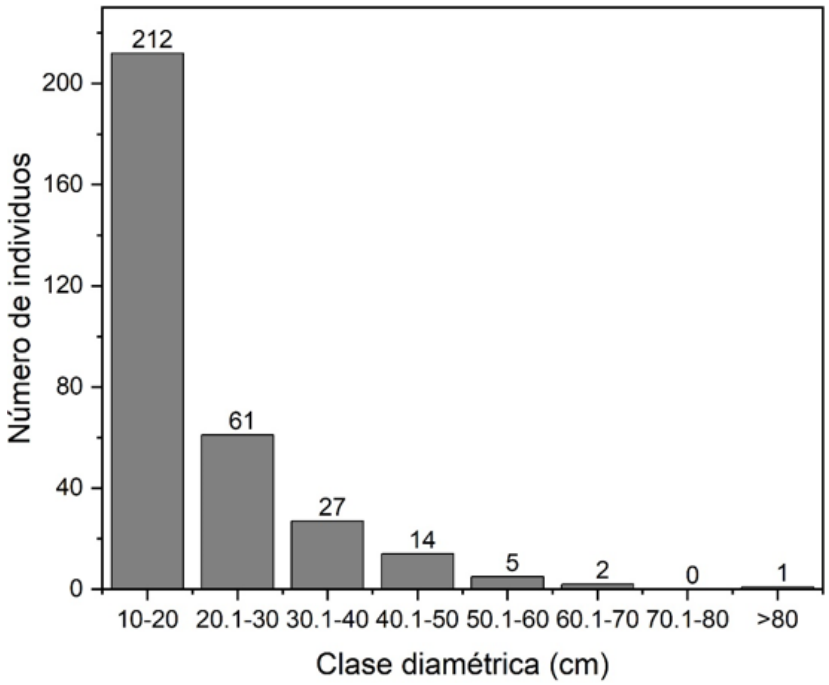

Figura 4. *- Distribución de clases diamétricas del componente arbóreo en el bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo*

Cociente de mezcla

El cociente de mezcla, por clases diamétricas, resultó con una proporción superior para la clase inferior (10-20 cm), lo cual indicó que por cada cinco individuos es posible encontrar una especie diferente. En las clases superiores esta proporción fue menor e indicó una mayor heterogeneidad (Tabla 2).

Tabla 2. - *Cociente de mezcla para cada una de las clases diamétricas del bosque siempreverde piemontano*

CD (cm)	Número de especies	Número de individuos	Cociente de mezcla
10-20	45	212	1:5
20,1-30	26	61	1:2
30,1-40	9	27	1:3
40,1-50	8	14	1:2
50,1-60	3	5	1:2
60,1-70	2	2	1:1
70,1-80	0	0	1:0
>80	1	1	1:1

Valor de importancia ecológica

El peso ecológico de las especies con $D_{1.30}$>10 cm resultó con valores diferentes y reflejó que las especies más dominantes fueron las menos abundantes y frecuentes. Entre las diez especies con mayor peso ecológico, que representaron el 15,15 % del total, *Wettinia maynensis*, *Alchornea glandulosa* y *Miconia splendens* ocuparon las tres primeras posiciones por su alta frecuencia y, fundamentalmente, por su elevada abundancia, acumulando de conjunto el 28 % del valor de importancia. El resto de las especies que marcaron hasta la décima posición ecológica presentaron valores similares entre ellas. Por otra parte, resultó preocupante la posición ecológica que ocupó *Piptocoma discolor*, especie pionera de bosque secundario, típica de la sucesión ecológica. Esto refleja los cambios que experimenta esta importante área de interés para la biodiversidad (Tabla 3).

Tabla 3. - *Índice de valor de importancia ecológica de las diez especies de mayor valor del bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo*

Especies	**AR**	**FR**	**DR**	**IVI**
Wettinia maynensis Spruce	29,42	4,42	12,80	15,55
Alchornea glandulosa Poepp	15,01	4,42	20,29	13,24
Miconia splendens (Sw) Griseb	5,70	3,53	2,78	4,00
Piptocoma discolor (Kunth) Pruski	5,40	2,65	11,17	6,41
Inga velutina Willd	4,20	2,53	4,97	3,90
Dacryodes olivifera Cuatrec	2,10	3,53	4,35	3,33
Ficus paraensis Miq	0,30	0,88	4,69	1,96
Sapium glandulosum (L) Morong	1,80	3,53	1,87	2,40
Inga multinervis T.D.Penn	1,50	3,53	1,11	2,05
Ocotea cernua Ness (Mez)	1,50	2,65	1,72	1,96

Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales (ACP) resultó con autovalores de 0,36 y 0,27 para los dos primeros ejes, lo cual permitió interpretar la relación existente entre las especies de acuerdo con su coincidencia en las unidades de muestreo. Entre los dos primeros ejes se explicó el 64 % de la varianza total explicada y solo el primer componente el 36 % de la variabilidad de los datos.

El diagrama de ordenación (Figura 5) describió la posición de los transectos y las especies con respecto a cada eje, encontrándose que las especies correlacionadas positivamente se agruparon en el mismo eje y las correlacionadas negativamente se colocaron en el lado opuesto, lo cual determina la existencia de un patrón diferencial en relación con la abundancia de especies. En el eje 1 del extremo positivo se ubicó el transecto T5 y en el extremo negativo T4, los cuales mostraron alta abundancia de especies (*Inga velutina, Inga multinervis, Dacryodes olivifera, Wettinia maynensis*). En el eje 2 del extremo positivo se ubicó T1 y T2, observando que la longitud del vector es diferente entre ellos, lo cual se debe a la mayor abundancia de especies en T1, donde predominan *Piptocoma discolor* y *Ficus paraensis*, encontrándose está área correlacionada de forma negativa con T4 y T5; en el extremo negativo de este eje se localizó T3, representado por la escasa abundancia

de especies, por lo que lo convierte en una de las áreas más vulnerables desde el punto de vista ecológico.

Por otro lado, se comprobó que solamente en los transectos T5, T4 y T1 se reportó la presencia de especies raras como: *Cordia panamensis, Duguetia hadrantha, Guarea kunthian, Guarea purusana, Endlicheria serícea, Eschweilera caudiculata, Hieronyma alchorneoides, Isertia laevis, Matisia longiflora* y *Maytenus macrocarpaen*, que contribuyen también a la riqueza de especies (Figura 5).

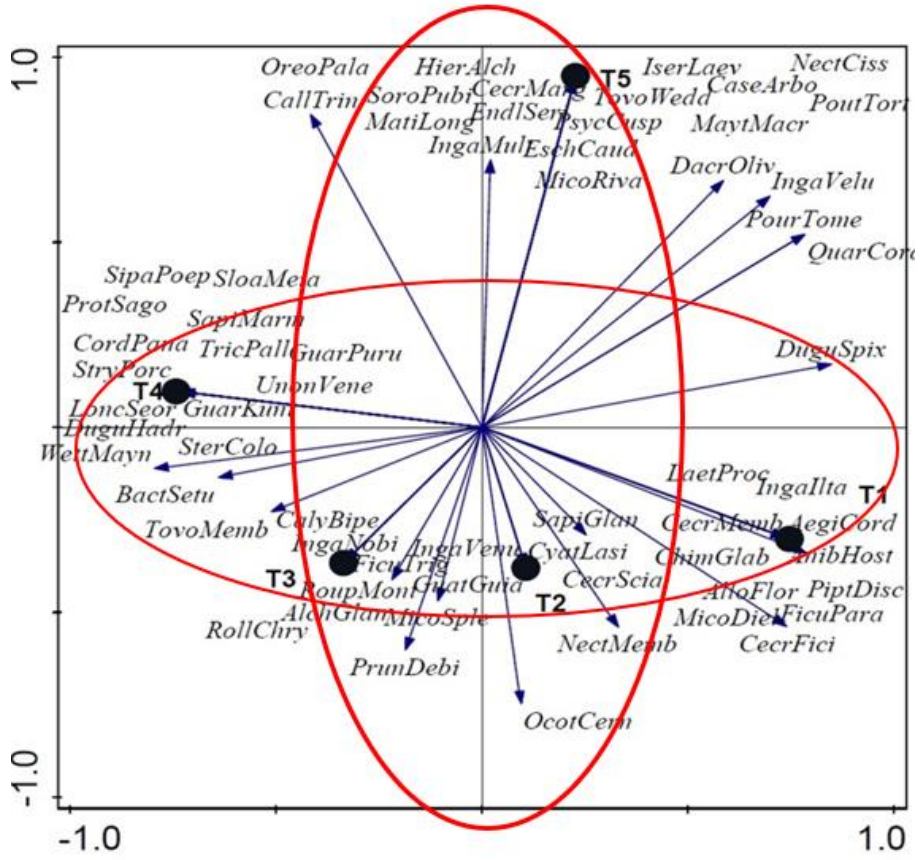

Figura 5. *- Ordenación espacial de los transectos en función de la abundancia de especies del bosque siempreverde piemontano.*

Leyenda: *Laetia procera (LaetProc); Inga ilta (IngaIlta); Sapium glandulosum (SapiGlan); Cecropia membranácea (CecrMemb); Aegiphila cordata (AegyCord); Cyathea lasiosora (CyatLasi); Chimarrhis glabriflora (ChimGlab); Aniba hostmanniana (AnibHost); Cecropia sciadophylla (CecrScia); Allophylus floribundus (AlloFlor); Piptocoma discolor (PiptDisc); Miconia dielsii (MicoDiel); Ficus paraensis (FicuPara); Cecropia ficifolia (CecrFici); Nectandra membranacea (NectMemb); Ocotea cernua (OcotCern); Bactris setulosa (BactSetu); Tovomitopsis membranacea (TovoMemb); Calyptranthes bipennis*

(CalyBipe); Inga nobilis (IngaNobi); Inga venusta (IngaVenu); Ficus trigona (FicuTrig); Guatteria guianensis (GuatGuia); Roupala montana (RoupMont) ; Alchornea glandulosa (AlchGlan); Miconia splendens (MicoSple); Rollinia chrysocarpa (RollChry); Prunus debilis (PrunDebi); Siparuna poeppigii (SipaPoep); Sloanea meianthera (SloaMeia); Protium sagotianum (ProtSago); Sapium marmieri (SapiMarm); Cordia panamensis (CordPana); Trichilia pallida (TricPall); Guarea purusana (GuarPuru); Stryphnodendron porcatum (StryPorc); Unonopsis veneficiorum (UnonVene); Lonchocarpus seorsus (LoncSeor); Guarea kunthiana (GuarKunt) ; Duguetia hadrantha (DuguHadr) ; Wettinia maynensis (WettMayn) ; Sterculia colombiana (SterColo); Oreopanax palamophyllus (OreoPala); Calliandra trinervia (CallTrin); Hieronyma alchorneoides (HierAlch); Isertia laevis (IserLaev); Nectandra cissiflora (NectCiss) ; Sorocea pubivena (SoroPubi); Cecropia marginalis (CerMa) ; Tovomita weddelliana (TovoWeda); Casearia arborea (CaseArbo); Pouteria torta (PoutTort); Matisia longiflora (MatiLong); Endlicheria sericea (EndlSer); Psychotria cuspidulata (PsyCusp); Maytenus macrocarpa (MaytMarc); Inga multinervis (IngaMult); Eschweilera caudiculata (EschCaud) ; Miconia rivalis (MicoRiva); Dacryodes olivifera (DacrOliv); Inga velutina (IngaVelu); Pourouma tomentosa (PourTome); Quararibea cordata (QuarCord) ; Duguetia spixiana (DuguSpix).

DISCUSIÓN

Composición florística

La composición florística del bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Puyo, en el centro de la Amazonía ecuatoriana (65 especies, 53 géneros y 30 familias botánicas) fue superior a lo reportado por Maldonado *et al*. (2018) en un bosque montano bajo, en la microcuenca El Suhi, cantón Palanda, provincia Zamora Chinchipe, al sur oriente de Ecuador y al estudio realizado por Aguirre *et al*. (2021a) en un bosque montano de la parroquia Santiago en Loja, Ecuador que registraron 47 especies arbóreas. De igual forma fue inferior al estudio realizado en Huashapamba, Loja, Ecuador que registró 54 especies, 39 géneros y 27 familias (Aguirre *et al*., 2021b) y diferente a lo reportado por Aguirre *et al*., (2017) en una parcela permanente de una hectárea en la hoya de Loja, los cuales reportaron 45 especies, 39 géneros y 29 familias.

La riqueza registrada para la familia Arecaceae fue similar a lo reportado por Patiño *et al*. (2015) en un bosque siempreverde piemontano de 600 a 700 msnm en la cuenca del río Piatúa, Napo, Ecuador y contrastable con la abundancia de otras familias como Euphorbiaceae y Melastomatacea.

La distribución desproporcionada en cuanto al número de individuos y especies se corresponde con los criterios de Alvis (2009) y Ter Steege *et al*. (2013) donde refieren que en este tipo de ecosistema una de las características fundamentales es el gran número de especies representadas por pocos individuos y patrones complejos de tipo espacial.

La distribución vertical de los individuos del bosque siempreverde piemontano, con predominio de árboles en el estrato medio, coincide con lo reportado por Blaser y Camacho (1991), que refieren que una característica típica de los bosques siempreverde es poseer mayor riqueza de especies y alta densidad de individuos en los estratos medio e inferior. Estos resultados son similares a lo reportado por Aguirre *et al*. (2024) quienes indicaron que existe mayor cantidad de individuos en el estrato medio, representando el 78,94 % de las alturas. Esto difiere de los registrados por Aguirre *et al*. (2022) en un bosque siempreverde montano bajo en un gradiente altitudinal en San Francisco del Vergel, Palanda, Zamora, Chinchipe, Ecuador. Estas diferencias podrían estar relacionadas con diversos grados de perturbación y diferencias en las condiciones ecológicas entre los sitios estudiados, lo que afecta la distribución vertical de los individuos.

La escasa presencia de especies registradas en el dosel alto (7 árboles), que corresponde al estrato superior del bosque siempreverde piemontano se debe a que los procesos como la mortalidad y reclutamiento de especies son muy dinámicos en los bosques húmedos tropicales (Lamprecht, 1990).

El patrón de comportamiento descrito en la posición sociológica de las especies de este estudio concuerda con los resultados obtenidos en la caracterización de un bosque del centro oeste de la provincia de Chaco, Argentina (Michela, 2016). Este autor reportó una distribución desigual de la presencia de las especies en los tres estratos, indicando que aquellas que tuvieron una distribución más uniforme en la estructura vertical aseguran su lugar en la estructura y composición de la formación boscosa. Esto se corresponde con lo planteado por Finol (1976), el cual indicó que cuanto más regular es la distribución de los individuos de una especie en la estructura vertical de un bosque, mayor será su valor en la posición sociológica relativa.

La baja presencia de especies en los tres estratos del bosque indicó que el predominio de un patrón de distribución vertical no continúo. Este comportamiento refleja que la mayoría de las especies se encuentran sociológicamente en retroceso y con bajo potencial reproductivo, lo cual les proporciona un carácter de vulnerabilidad frente a los diferentes eventos ambientales que son muy propicios en la zona alta de la microcuenca del río Puyo como: deslizamiento de suelos, fuertes vientos, cambios de uso de suelos y deforestación. Esto podría limitar la estabilidad y permanencia de las especies en el área de estudio, aspecto que ha sido descrito por Louman *et al*. (2001), lo cual se debe a las exigencias ecológicas de cada una de las especies y a la capacidad de competir con otras por la disponibilidad de recursos.

La estructura diamétrica del bosque siempreverde piemontano adoptó la forma de "J" invertida, lo cual es una característica común encontrada en los bosques tropicales, que ha sido reportada por Lozano *et al*. (2009) y Aguirre *et al*. (2017, 2018). Este comportamiento resalta la heterogeneidad del bosque, compuesto por árboles de diferentes edades (García-Cox *et al*., 2023).

La tendencia en forma de "J" invertida indicó que la comunidad de bosque se encuentra en desarrollo hacia etapas de crecimiento y productividad más avanzadas, (Lamprecht, 1990), donde los individuos jóvenes van reemplazando a especímenes que se encuentran en la fase senil. Esta tendencia es similar a lo obtenido previamente en un análisis de la estructura de las especies de un bosque siempreverde piemontano en la provincia de Napo (García *et al*., 2021). Estos autores determinaron que el mayor número de individuos se agruparon en la clase diamétrica de 0 a 10 cm, con una representatividad del 86,6 %.

Los resultados obtenidos en el cociente de mezcla, como indicador de la estructura horizontal, se corresponden con Lamprecht (1990), que señala que en bosques amazónicos varía en una proporción de 1:3 a 1:4 y en condiciones promedio es de aproximadamente 1:7. Este autor reportó en un bosque tropical de Colombia, una relación de 1:7 como cociente de mezcla aproximado para un área de bosque con condiciones ambientales similares a la presente investigación.

Las especies ecológicamente más importantes, de acuerdo con los resultados del IVI fueron: *Wettinia maynensis*, *Alchornea glandulosa* y *Miconia splendens*. Estos resultados difieren con los de Patiño *et al*. (2015) que registraron como especies de mayor importancia ecológica en un bosque siempreverde piemontano en el río Piatúa, Napo, Ecuador, en un rango de 600 - 700 m s.n.m a *Irealtea deltoidea, Nectandra sp*. y *Ocotea aciphylla*. También es diferente a lo reportado por Maldonado *et al*. (2018) en un bosque siempreverde montano bajo en Palanda, Zamora Chinchipe, Ecuador, que reportaron a *Alsophila cuspidata, Nectandra lineatifolia y Nectandra* sp. como especies de mayor importancia ecológica. Estas diferencias podrían deberse al grado altitudinal entre los sitios de estudio.

CONCLUSIONES

El bosque siempreverde piemontano de la zona alta de la microcuenca del río Puyo tiene una alta riqueza de especies, donde destaca la familia Arecaceae con 101 individuos.

La posición sociológica relativa de las especies describió que el predominio de un patrón de distribución vertical no continúo, el 78 % de las especies estuvieron representadas en un solo estrato, por lo que la mayoría de las especies se encuentran en retroceso y con bajo potencial reproductivo.

Los patrones de estructura del bosque siempreverde piemontano reflejaron la existencia de un ecosistema heterogéneo con árboles de 10-20 m de altura, y mayor concentración de individuos en las clases diamétricas inferiores, lo cual reflejó la existencia de árboles disetáneos como respuesta de un proceso de sucesión ecológica avanzada.

Las especies de mayor importancia ecológica fueron: *Wettinia maynensis, Alchornea glandulosa, Piptocoma discolor, Miconia splendens e Inga velutina*, por lo que pueden ser consideradas especies claves de este ecosistema. La posición favorable de *Piptocoma discolor*, identificada como especie pionera de bosque secundario, sirvió como referencia de los cambios en la estructura horizontal que experimentan estas áreas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, Z., VALENCIA, E., VEINTIMILLA, D., PARDO, S., & JARAMILLO, N. 2024. Diversidad florística, estructura y endemismo del componente leñoso en el bosque siempreverde montano bajo de la parroquia Valladolid, Zamora Chinchipe, Ecuador. *Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA*, [en línea]. vol. *20 no.* 4, 121-134. Disponible en: https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/6174

AGUIRRE MENDOZA, Z. H., CANGO SARANGO, L., & QUIZHPE CORONEL, W. 2021a. Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso del bosque Huashapamba, Loja, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, [en línea]. vol. *9 no.* 1, 1-16. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310 - 34692021000100001

AGUIRRE MENDOZA, Z., ORELLANA, F. O., DÍAZ, N. J., TAMAYO, J. P., & CORONEL, W. Q. 2021b. Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso en una parcela permanente en el bosque protector El Sayo, Loja, Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, [en línea]. vol. *5 no.* 3, 3062-3080. Disponible en: https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/506

AGUIRRE MENDOZA, Z., AGUIRRE MENDOZA, N. y MUÑOZ, J. 2017. Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador. Arnaldoa [en línea], vol. 24, no. 2, pp. 523-542. Disponible en: https://www.academia.edu/39841827/Biodiversidad_de_la_provincia_de_Loja_Ecuador_Biodiversity_of_the_province_of_Loja_Ecuador .

AGUIRRE, Z.; CELI H. y 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 [en línea]. vol. 25 no. 3: 923-938. DOI: Disponible en: http://doi.org/10.22497/arnaldoa.253.25306

AGUIRRE, Z., ROSALES, D., Y CONTENTO, C. 2022. Estructura y composición florística de un bosque siempreverde montano bajo en un gradiente altitudinal en San Francisco del Vergel, Palanda, Zamora Chinchipe, Ecuador. Open Science Research IX, [en línea]. vol. 9 no. 1, 227-241. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n2/a16v25n2.pdf

AGUIRRE, Z. 2013. Guía de métodos para la medición de la biodiversidad. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/304346666_Metodos_para_medir_la_biodiversidad

AGUIRRE MENDOZA, Z., CELI DELGADO, H. y 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 [en línea], vol. 25, no. 3, pp. 923-938.. ISSN 2413- 3299. DOI 10.22497/arnaldoa.253.25306. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2413-32992018000300006&lng=es&nrm=iso&tlng=en

ALVIS, G.J. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. Facultad de Ciencias Agropecuarias. vol 7 no. 1, 116-119. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/3808/380878958011.pdf

BASCOPÉ, F., JORGENSEN, P. 2005. Caracterización de un bosque montano húmedo: Yungas, La Paz. Ecología en Bolivia, vol. 40 no. 3, 365-379. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2299508

BLASER, J., Y CAMACHO, M. 1991. Estructura, composición y aspectos silviculturales de un bosque de roble (Quercus spp.) del piso montano en Costa Rica (Vol. 185). CATIE. Disponible en: https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/1732

FINOL, H. 1976. Métodos de regeneración natural en algunos tipos de bosques venezolanos. Revista Forestal Venezolana, vol. 19 no.26, 17-44.

GARCÍA-QUINTANA, Y.; ARTEAGA-CRESPO, Y.; TORRES-NAVARRETE, B.; BRAVO-MEDINA, C.; ROBLES-MORILLO, M. 2021. Biomasa Aérea de Familias Botánicas En Un Bosque Siempreverde Piemontano Sometido a Grados de Intervención. Colomb. For. [en línea]. Vol. 24, 4559. Disponible en: https://www.redalyc.org/journal/4239/423966801004/html/

GARCÍA-COX, W., LÓPEZ-TOBAR, R., HERRERA-FEIJOO, R. J., TAPIA, A., HEREDIA-R, M., TOULKERIDIS, T., & TORRES, B. 2023. Floristic Composition, Structure, and Aboveground Biomass of the Moraceae Family in an Evergreen Andean Amazon Forest, Ecuador. *Forests*, [en línea]. vol. *14* no. 7, 1406. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/372236949_Floristic_Composition_Structure_and_Aboveground_Biomass_of_the_Moraceae_Family_in_an_Evergreen_Andean_Amazon_Forest_Ecuador

GENTRY, A.H. 1982. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? *Annals of the Missouri Botanical Garden* 69: 557-593. Disponible en: DOI: https://doi.org/10.2307/2399084

GODÍNEZ, O; LÓPEZ, L. 2006. Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica [en línea]. vol. 73 no. 2: 283-314. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/400/40073209.pdf

GUEVARA ANDINO, J.E.; PITMAN, N.C.A.; ULLOA ULLOA, C.; ROMOLEROUX, K.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, D.; CERON, C.; PALACIOS, W.; NEILL, D.A.; OLEAS, N.; ALTAMIRANO, P. 2019. Trees of Amazonian Ecuador: A Taxonomically Verified Species List with Data on Abundance and Distribution. Ecology, 100, e02894. Disponible en: https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ecy.2894

INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2014. Anuario Meteorológico. Quito, Ecuador, [en línea]. p. 28, Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1aRysaX9teIQwI4E_U9vtR6XaNBNv4VL9/view .

LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos/:los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas/;posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido [en línea]. Ed: Cooperación Técnica. República Federal de Alemania. 335 p. Alemania: Eschborn. [en línea]. ISBN 3-88085-440-8. Disponible en: https://www.iberlibro.com/Silvicultura-Tr%C3%B3picos-ecosistemas-forestales-bosques -tropicales/22864545783/bd.

LOZANO, P., TORRES, B. y RODRIGUEZ, X., 2013. Investigación de Ecología Vegetal en Ecuador: Muestreo y Herramientas Geográficas [en línea]. Ecuador: Universidad Estatal Amazónica Puyo, Ecuador [en línea]. 158 pp. ISBN 978-9942-932-04-4. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/282734548_Investigacion_de_Ecologia_Vegetal_en_Ecuador_Muestreo_y_Herramientas_Geograficas

LATHUILLIERE, M. J., COE, M. T. Y JOHNSON, M. S. 2016. A review of green-and blue-water resources and their trade-offs for future agricultural production in the Amazon Basin: what could irrigated agriculture mean for Amazonia? Hy drology and Earth System Sciences, [en línea]. vol 20 no. 6, 2179. Disponible en: https://doi.org/10.5194/hess-20-2179-2016.

MICHELA, J. F., Y DE GALÍNDEZ, M. J. 2016. Caracterización de un bosque del centro oeste de la provincia de chaco, Argentina. Foresta Veracruzana, [en línea]. vol. 18 no.1, 33-44. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/497/Resumenes/Resumen_49746888004_1.pdf

MELO, V., Y VARGAS, R. 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué: Universidad del Tolima. CRQ-CARDER-CORPOCALDAS-CORTOLIMA. Disponible en: https://www.yumpu.com/es/document/view/14197807/evaluacion-ecologica-y-silvicultural -de-ecosistemas-boscosos

MALDONADO OJEDA, S., HERRERA HERRERA, C., GAONA OCHOA, T., & AGUIRRE MENDOZA, Z. 2018. Estructura y composición florística de un bosque siempreverde montano bajo en Palanda, Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa*, [en línea]. vol. *25 no.* 2, 615-630. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992018000200016

MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR. 2013. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito Honorable Consejo Provincial de ZCH. (2005- 2009). Plan de Desarrollo Provincial de Zamora Chinchipe. [en línea]. Disponible en: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads /2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. A. Y KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, [en línea]. vol. 403 no. 6772, 853. Disponible en: https://doi.org/10.1038/35002501

MIELES-GILER, J. W., GUERRERO-CALERO, J. M., MORAN-GONZÁLEZ, M. R., & ZAPATA-VELASCO, M. L. 2024. Evaluación de la degradación ambiental en hábitats Naturales. *Journal of Economic and Social Science Research*, [en línea]. vol. *4* no. 3, 65-88. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9741798

MENA, V. E., H. J. ANDRADE Y J. J. TORRES. 2020. Composición florística, estructura y diversidad del bosque pluvial tropical de la subcuenca del río Munguidó, Quibdó, Chocó, Colombia. Entramado [en línea]. vol. 16 no. 1 :204-215.b Disponible en: Doi: https://dx.doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.6109.

NOROOZI, J.; TALEBI, A.; DOOSTMOHAMMADI, M.; RUMPF, S.B.; LINDER, H.P.; SCHNEEWEISS, G.M. 2018. Hotspots within a Global Biodiversity Hotspot-Areas of Endemism Are Associated with High Mountain Ranges. Sci. Rep. [en línea]. 8, 110. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326272514_Hotspots_within_a_glob

al_biodiversity_hotspot_ -
_areas_of_endemism_are_associated_with_high_mountain_ranges

PALACIOS, B., AGUIRRE, Z., LOZANO, D., & YAGUANA, C. 2016. Riqueza, estructura y diversidad arbórea del bosque montano bajo, Zamora Chinchipe Ecuador. Bosques Latitud Cero, [en línea]. vol. 6 no. 2: 104 117. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9349932

PATIÑO, J., LOZANO, P., TIPÁN, C., NAVARRETE, H., LÓPEZ, R., ASANZA, M., & TORRES, B. 2015. Composición florística y estructura de un bosque siempreverde piemontano de 600 a 700 m snm en la cuenca del río Piatúa, Napo, Ecuador. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, [en línea]. vol *4 no.*2, 166-214. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5292893

RAVEN, P.H.; GEREAU, R.E.; PHILLIPSON, P.B.; CHATELAIN, C.; JENKINS, C.N.; ULLOA ULLOA, C. 2020. The Distribution of Biodiversity Richness in the Tropics. Sci. Adv. 6, eabc6228. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32917691/

SEIDL, R., & TURNER, M. G. 2022. Post-disturbance reorganization of forest ecosystems in a changing world. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. *119, no.* 28, e2202190119. Disponible en: https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2202190119

TER STEEGE, H., PITMAN, N. C., SABATIER, D., BARALOTO, C., SALOMÃO, R. P., GUEVARA, J. E, Y MONTEAGUDO, A. 2013. Hyperdominance in the Amazonian tree flora. Science, [en línea]. vol 342 no. 6156, 1243092. Disponible en: https://www.science.org/doi/10.1126 /science.1243092

***Conflictos de intereses*:**

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.