

# Dominancia ecológica y estructura sucesional de un área de bosque secundario en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Ecuador

## *Ecological Dominance and Successional Structure of a Secondary Forest in Carlos Julio Arosemena Tola Canton, Ecuador*

Diego Ureta-Leones <sup>1\*</sup>, Carmen Orellana-Medina <sup>2</sup>, Aracelli Medina-Gahona <sup>3</sup>, Marjorie Mazo-Rodriguez <sup>4</sup> y Alison Barrera-Tapia <sup>5</sup>

**Cita:** Ureta-Leones, D., Orellana-Medina, C., Medina-Gahona, A., Mazo-Rodriguez, M., & Barrera-Tapia, A. (2026). Dominancia ecológica y estructura sucesional de un área de bosque secundario en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Ecuador. *Horizon Nexus Journal*, 4(3), 294-314. <https://doi.org/10.70881/hnj/v4/n3/160>

**Recibido:** 15/06/2026  
**Revisado:** 26/08/2026  
**Aceptado:** 01/09/2026  
**Publicado:** 07/09/2026



**Copyright:** © 2026 por los autores. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC)**.

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

- <sup>1</sup> Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica, Universidad Estatal Amazónica, Ecuador, Arosemena Tola; <https://orcid.org/0000-0003-1036-7642>
- <sup>2</sup> Universidad Estatal Amazónica, Ecuador, Puyo; <https://orcid.org/0009-0009-9324-7670>; [ci.orellanam@uea.edu.ec](mailto:ci.orellanam@uea.edu.ec)
- <sup>3</sup> Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica, Universidad Estatal Amazónica, Ecuador, Arosemena Tola; <https://orcid.org/0009-0006-6229-2450>; [ga.medinag@uea.edu.ec](mailto:ga.medinag@uea.edu.ec)
- <sup>4</sup> Universidad Estatal Amazónica, Ecuador, Puyo; <https://orcid.org/0009-0000-7962-7348>; [mi.mazor@uea.edu.ec](mailto:mi.mazor@uea.edu.ec)
- <sup>5</sup> Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica, Universidad Estatal Amazónica, Ecuador, Arosemena Tola; <https://orcid.org/0009-0001-6361-9017>; [an.barrerat@uea.edu.ec](mailto:an.barrerat@uea.edu.ec)

\* Correspondencia: [diego\\_slade@hotmail.com](mailto:diego_slade@hotmail.com)

 <https://doi.org/10.70881/hnj/v4/n3/160>

**Resumen:** Los bosques secundarios favorecen la recuperación de biodiversidad y servicios ecosistémicos en paisajes intervenidos. El objetivo fue caracterizar la dominancia ecológica y la estructura sucesional del componente arbóreo de un área de bosque secundario en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Ecuador. Se aplicó un diseño observacional y transversal en un bosque regenerado aproximadamente diez años tras el abandono del pastoreo. Se establecieron tres transectos de 10 × 100 m y se censaron individuos con diámetro a la altura del pecho ≥10 cm. Se analizaron composición florística, diversidad, índice de valor de importancia, estructura diamétrica y estratificación vertical. En 0,3 ha se registraron 114 individuos, 18 taxones y 16 familias, con densidad de 380 individuos ha<sup>-1</sup> y un área basal de 16,38 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. *Piptocoma discolor*, *Inga* spp. y *Vochysia* spp. concentraron el 59,65 % de los individuos y el 50,09 % del IVI. Los índices de Shannon, Simpson y Pielou fueron 2,273, 0,852 y 0,787, respectivamente. El 79,82 % de los árboles presentó DAP menor de 30 cm y el 76,32 % alcanzó alturas ≤10 m. Los resultados caracterizan un bosque secundario en etapa sucesional temprana a intermedia, con recuperación estructural activa, dominancia de especies pioneras y heterogeneidad espacial entre transectos.

**Palabras clave:** Amazonía ecuatoriana, diversidad arbórea, estructura diamétrica, índice de valor de importancia, estructura forestal.

**Abstract:** Secondary forests promote the recovery of biodiversity and ecosystem services in human-modified landscapes. This study aimed to characterize the ecological dominance and successional structure of the tree component in a secondary forest in Carlos Julio Arosemena Tola Canton, Ecuador. An observational, cross-sectional design was applied in a forest that had regenerated for approximately ten years following the abandonment of grazing. Three 10 × 100 m transects were established, and all individuals with a diameter at breast height (DBH) ≥10 cm were censused. Floristic composition, diversity, importance value index, diameter structure, and vertical stratification were analyzed. Within the 0.3 ha sampling area, 114 individuals belonging to 18 taxa and 16 families were recorded, representing a density of 380 individuals ha<sup>-1</sup> and a basal area of 16.38 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>. *Piptocoma discolor*, *Inga* spp., and *Vochysia* spp. accounted for 59.65% of all individuals and 50.09% of the importance value index. The Shannon, Simpson, and Pielou indices were 2.273, 0.852, and 0.787, respectively. Of the recorded trees, 79.82% had a DBH of less than 30 cm, while 76.32% reached heights ≤10 m. These findings characterize an early- to mid-successional secondary forest undergoing active structural recovery, with dominance by pioneer species and spatial heterogeneity among transects.

**Keywords:** Ecuadorian Amazon; tree diversity; diameter structure; importance value index; forest structure.

## 1. Introducción

Los bosques tropicales desempeñan funciones esenciales en la conservación de la biodiversidad, la regulación climática, el almacenamiento de carbono y el mantenimiento de los ciclos hidrológicos (Alvarado-Sarango et al., 2025). No obstante, la expansión agropecuaria, el aprovechamiento forestal y otras perturbaciones han transformado extensas superficies de bosques maduros en paisajes fragmentados, dentro de los cuales los bosques secundarios adquieren una relevancia ecológica creciente (Ferrer-Sánchez et al., 2024). Estos ecosistemas se desarrollan después de la remoción parcial o total de la vegetación original y poseen la capacidad de recuperar progresivamente atributos estructurales, funcionales y florísticos, aunque su trayectoria depende de la intensidad del disturbio, el uso previo del suelo y la disponibilidad de fuentes de propagación (Zambrano-Plaza & Alava-Ganchozo, 2026).

La sucesión secundaria constituye un proceso dinámico durante el cual se modifican la composición de especies, la distribución diamétrica, la estratificación vertical, el área basal y la biomasa (Antonio & Llerena, 2025). En sus etapas iniciales suelen predominar especies heliófilas de rápido crecimiento, elevada capacidad de dispersión y alta tolerancia a condiciones ambientales restrictivas (Rojas-Robles et al., 2023). Conforme avanza la sucesión, aumenta la complejidad vertical, se incorporan especies tolerantes a la sombra y se incrementa la representación de árboles de mayor diámetro (Díaz Lezcano & Heyn Chaparro, 2022). Sin embargo, estas trayectorias no son uniformes: bosques con edades semejantes pueden presentar composiciones y estructuras diferentes debido a variaciones ambientales, legados de uso y conectividad del paisaje (Norden et al., 2015).

La recuperación del bosque también ocurre a velocidades distintas según el atributo considerado. La biomasa puede restablecerse relativamente rápido bajo condiciones favorables, mientras que la composición florística y la diversidad requieren periodos más prolongados para aproximarse a los bosques maduros (Poorter et al., 2016; Rozendaal et al., 2019). Además, la intensificación previa del uso del suelo puede reducir la resiliencia del bosque secundario, limitar la regeneración y favorecer comunidades persistentemente dominadas por pocas especies pioneras (Alvarado-Sarango et al., 2025). Por consiguiente, la condición sucesional no debe interpretarse únicamente a partir de la edad aparente del bosque, sino mediante indicadores integrados de composición, diversidad y estructura.

Entre estos indicadores, el índice de valor de importancia permite reconocer los taxones con mayor influencia ecológica mediante la integración de su abundancia, frecuencia y dominancia relativas (Bernaola-Paucar et al., 2024). Complementariamente, los índices de diversidad, la distribución por clases diamétricas y la estratificación de alturas permiten examinar la organización de la comunidad y detectar señales asociadas con perturbación, recuperación o dominancia competitiva (Malo & Quintana, 2022; Torres et al., 2024). En inventarios realizados en un único momento, estos atributos proporcionan un diagnóstico de la estructura sucesional, aunque no sustituyen una cronosecuencia ni el monitoreo permanente (Aguirre et al., 2024).

En la Amazonía ecuatoriana, la conversión del bosque, la agricultura y el aprovechamiento de recursos han generado mosaicos donde coexisten remanentes maduros, áreas productivas y vegetación secundaria (Eguiguren et al., 2019). Investigaciones desarrolladas en bosques siempreverdes amazónico-andinos del Ecuador han demostrado que la composición florística, el valor de importancia y la distribución vertical permiten reconocer alteraciones estructurales y condiciones de recuperación ecológica (García-Quintana et al., 2020). Sin embargo, la elevada heterogeneidad ambiental y el carácter localizado de las perturbaciones exigen diagnósticos específicos que sustenten decisiones de conservación, restauración y planificación forestal (Alvarado-Sarango et al., 2025).

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la dominancia ecológica y la estructura sucesional del componente arbóreo de un área de bosque secundario en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola, Ecuador, mediante el análisis de la composición florística, diversidad, índice de valor de importancia, distribución diamétrica y estratificación vertical.

## **2. Materiales y Métodos**

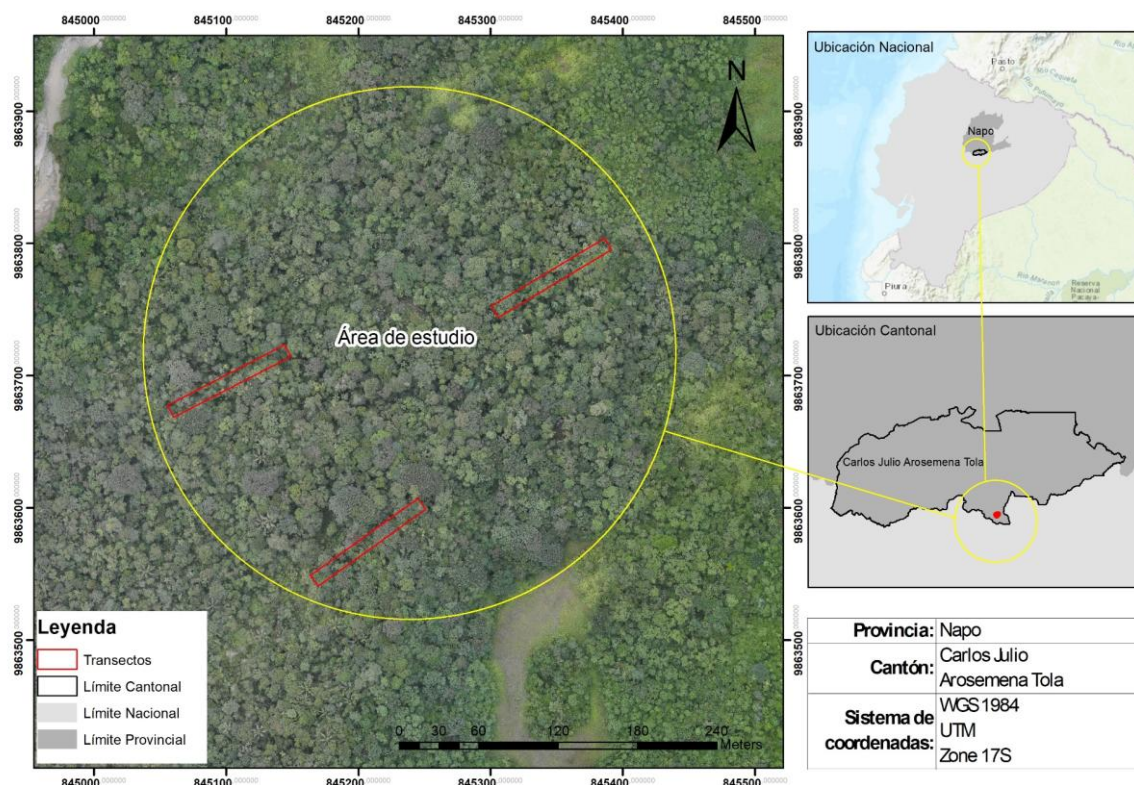
### **2.1. Área de estudio**

El estudio se realizó en un área de bosque secundario del Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA), perteneciente a la

Universidad Estatal Amazónica, ubicado en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola, provincia de Napo, Ecuador. El área forma parte del piedemonte amazónico ecuatoriano y se caracteriza por un clima tropical húmedo, con temperatura media anual de entre 24 y 25 °C, precipitación anual de 4000 mm y humedad relativa media de 80 % (Ureta-Leones et al., 2024). La zona evaluada se encuentra entre 560 y 680 metros sobre el nivel del mar (Figura 1).

La cobertura vegetal corresponde a un bosque secundario en proceso de recuperación, desarrollado durante aproximadamente diez años después del abandono de las actividades de pastoreo de acuerdo con registros institucionales. El área conserva evidencias de perturbaciones antrópicas previas y se caracteriza por una elevada representación de especies arbóreas heliófilas, asociadas con etapas tempranas e intermedias de la sucesión secundaria.

Figura 1.  
*Ubicación del área de estudio.*



## 2.2. Levantamiento de información florística

Se utilizó un diseño observacional, descriptivo y transversal, orientado a caracterizar la composición florística, la dominancia ecológica y la estructura sucesional del componente arbóreo en un área de 10 hectáreas (ha). Se establecieron tres transectos rectangulares de 10 × 100 m, equivalentes a 1000 m<sup>2</sup> (0,1 ha) cada uno (García-Quintana et al., 2020). La superficie total muestreada fue de 3000 m<sup>2</sup> (0,3 ha) lo que equivale a un 3% de área de estudio.

Los transectos fueron ubicados de manera sistemática con una distribución en el área de estudio de 150 metros entre cada uno y orientados en dirección de la pendiente, procurando representar la variabilidad estructural y florística del bosque. La ubicación de cada transecto se registró mediante un dispositivo GPS Garmin modelo GPSMAP 64sx®. Dentro de cada unidad se censaron todos los individuos arbóreos vivos con diámetro a la altura del pecho (DAP)  $\geq 10$  cm. Para cada individuo se registraron nombre científico o morfotaxón, familia botánica, DAP, altura total, y número del transecto. El DAP se midió a 1,30 m sobre el nivel del suelo utilizando una cinta diamétrica. En árboles con contrafuertes, deformaciones o bifurcaciones a esa altura, la medición se realizó inmediatamente por encima de la irregularidad. La altura total se estimó mediante hipsómetro Nikon Forestry Pro II®. La identificación taxonómica se realizó en campo mediante características dendrológicas, nombres locales, consultas web (<https://tropicos.org/>) y comparación con guías dendrológicas. Cuando la identificación a nivel de especie no fue posible, los individuos se agruparon como taxones identificados a nivel de género (Alvarado-Sarango et al., 2025).

### 2.3. Estructura horizontal y dominancia ecológica

Para cada taxón se calcularon la abundancia relativa, frecuencia relativa, dominancia relativa e índice de valor de importancia, siguiendo el enfoque fitosociológico empleado en estudios forestales de la Amazonía ecuatoriana (García-Quintana et al., 2020; Torres et al., 2024).

La abundancia relativa se calculó como:

(1)

$$AR_i = \frac{n_i}{N} \times 100$$

donde  $n_i$  es el número de individuos del taxón  $i$  y  $N$  el número total de individuos registrados.

La frecuencia relativa se determinó mediante:

(2)

$$FR_i = \frac{f_i}{\sum f_i} \times 100$$

donde  $f_i$  representa el número de transectos en los que estuvo presente el taxón  $i$ .

El área basal individual se calculó mediante:

(3)

$$g_i = \frac{\pi DAP_i^2}{4}$$

donde el DAP se expresó en metros y el área basal en metros cuadrados. La dominancia relativa correspondió a:

(4)

$$DR_i = \frac{G_i}{G_T} \times 100$$

donde  $G_i$  es el área basal acumulada del taxón y  $G_T$  el área basal total de todos los individuos.

El índice de valor de importancia se obtuvo mediante:

(5)

$$IVI_i = AR_i + FR_i + DR_i$$

Los componentes se expresarán en porcentajes, de modo que la suma del IVI de todos los taxones sea igual a 300.

#### 2.4. Estructura diamétrica y vertical

La estructura diamétrica se evaluó agrupando los individuos en clases de 10 cm, de acuerdo con lo establecido por Alvarado-Sarango et al. (2025).

La estructura vertical se clasificó utilizando intervalos mutuamente excluyentes (estrato inferior: altura  $\leq 10$  m; Estrato medio: altura  $> 10$  y  $\leq 20$  m; y estrato superior: altura  $> 20$  m) (García-Quintana et al., 2020).

#### 2.5. Diversidad arbórea

La diversidad se evaluó de acuerdo con lo propuesto por Aguirre et al. (2024) utilizando índices ampliamente utilizados como el índice de Shannon:

(6)

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$$

el índice de Simpson:

(7)

$$1 - D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$

y la equidad de Pielou:

(8)

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

donde  $p_i$  representa la proporción de individuos del taxón  $i$  y  $S$  la riqueza observada.

#### 2.6. Variables estructurales del rodal

La estructura del rodal se caracterizó mediante la densidad arbórea, riqueza de taxones, diámetro medio, altura media, área basal y volumen estimado. Estas

variables se calcularon individualmente para cada transecto y de manera conjunta para la superficie total muestreada. La densidad se expresó como el número de individuos por hectárea, utilizando la relación entre el número de árboles registrados y el área efectiva de muestreo. Para el análisis general, los valores obtenidos en los tres transectos se estandarizaron con respecto a la superficie total inventariada de 0,3 ha.

El área basal individual se calculó a partir del diámetro a la altura del pecho (Ecuación 3). El área basal por hectárea se obtuvo mediante la sumatoria de las áreas basales individuales dividida para la superficie muestreada:

(9)

$$G = \frac{\sum_{i=1}^N g_i}{A}$$

donde  $G$  es el área basal del rodal en  $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ,  $N$  es el número total de individuos y  $A$  corresponde al área muestreada en hectáreas.

El volumen individual se estimó mediante la relación entre el área basal, la altura total y un factor de forma:

(10)

$$V_i = g_i \times H_i \times f$$

donde  $V_i$  es el volumen individual expresado en  $\text{m}^3$ ,  $g_i$  es el área basal,  $H_i$  representa la altura total del árbol y  $f$  corresponde al factor de forma, establecido en 0,70. El volumen por hectárea se calculó mediante la sumatoria de los volúmenes individuales dividida para la superficie total evaluada:

(11)

$$V_{ha} = \frac{\sum_{i=1}^N V_i}{A}$$

Los valores de densidad, riqueza, DAP medio, altura media, área basal y volumen se presentaron para cada transecto y para el bosque en su conjunto. Esta desagregación permitió examinar la variabilidad espacial de la estructura arbórea dentro del área de estudio. Debido al carácter observacional del estudio y al reducido número de unidades de muestreo, las diferencias entre transectos se analizaron de manera descriptiva, sin aplicar pruebas inferenciales ni considerarlos como tratamientos experimentales.

### 3. Resultados

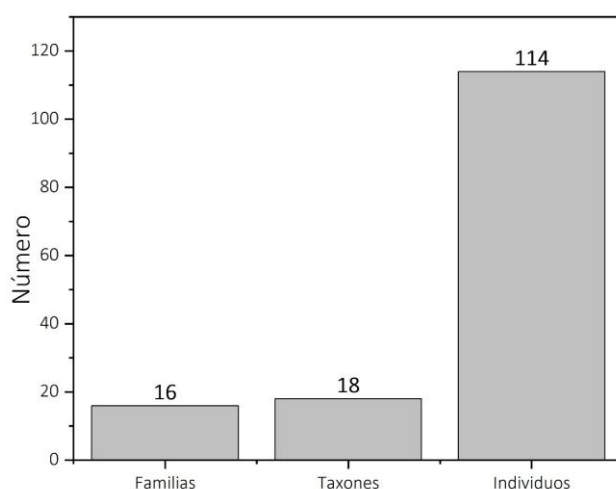
#### 3.1. Composición florística

En los 0,3 ha inventariados se registraron 114 individuos, distribuidos en 18 taxones arbóreos y 16 familias botánicas (Figura 2). Doce taxones fueron identificados a nivel de especie y seis únicamente a nivel de género. Las familias con mayor abundancia fueron Asteraceae, con 31 individuos; Fabaceae, con 25;

Vochysiaceae, con 15; Bignoniaceae, con 10; y Myristicaceae, con nueve. Este grupo de familias concentraron el 78,95 % de los individuos registrados.

El taxón más abundante fue *Piptocoma discolor*, con 31 individuos, equivalente al 27,19 % del total, seguido de *Inga* spp., con 22 individuos (19,30 %), y *Vochysia* spp., con 15 individuos (13,16 %). Estos tres taxones representaron el 59,65 % de la comunidad arbórea. También destacaron *Jacaranda copaia*, con 10 individuos (8,77 %), y *Otoba* spp., con nueve (7,89 %). Los restantes 13 taxones presentaron abundancias inferiores a cinco individuos, mientras que cinco estuvieron representados por un solo individuo.

Figura 2.  
Composición florística del área de estudio.

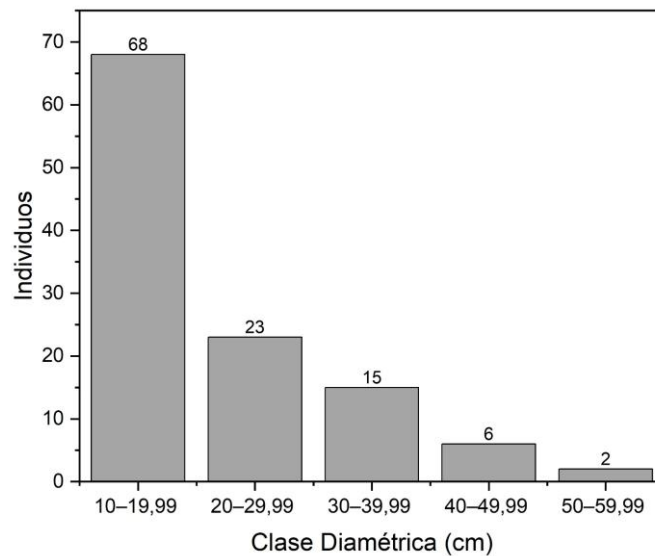


### 3.2. Distribución diamétrica

La estructura diamétrica presentó una distribución decreciente, próxima a un patrón de “J” invertida (Figura 3). La clase de 10–19,99 cm concentró 68 individuos, equivalentes al 59,65 % del total. La clase de 20–29,99 cm incluyó 23 individuos (20,18 %), de manera que ambas clases agruparon el 79,82 % de los árboles inventariados.

La representación disminuyó progresivamente en las clases superiores: 15 individuos se encontraron entre 30 y 39,99 cm (13,16 %), seis entre 40 y 49,99 cm (5,26 %) y únicamente dos entre 50 y 59,99 cm (1,75 %). Por tanto, solo el 7,02 % de los individuos presentó un DAP igual o superior a 40 cm.

Figura 3.  
*Distribución de clases diamétricas.*

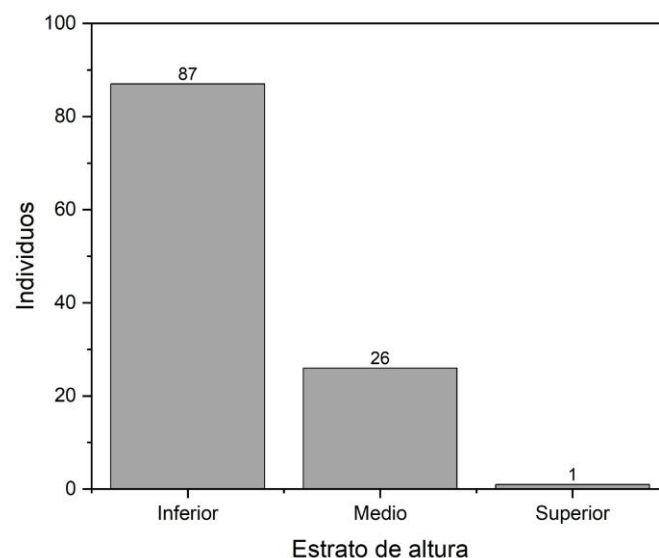


### 3.3. Estructura vertical

La estructura vertical estuvo dominada por individuos del estrato inferior (Figura 4). En esta categoría, correspondiente a árboles con altura  $\leq 10$  m, se registraron 87 individuos, equivalentes al 76,32 % del total. El estrato medio, integrado por árboles con alturas  $>10$  y  $\leq 20$  m, estuvo representado por 26 individuos (22,81 %).

El estrato superior presentó un solo individuo (0,88 %), correspondiente a *Otoba* spp., con 30 m de altura. La reducida representación de árboles superiores a 20 m evidenció una limitada diferenciación del dosel y una marcada concentración de individuos en los niveles inferiores de la estructura vertical.

Figura 4.  
*Caracterización de los estratos del área de estudio.*



### 3.4. Atributos estructurales del rodal

La densidad estimada para el área evaluada fue de 380 individuos  $\text{ha}^{-1}$ . El DAP medio fue de  $20,91 \pm 10,61$  cm, con valores comprendidos entre 10 y 58 cm. La altura total varió entre 3 y 30 m, con un promedio de  $8,55 \pm 4,24$  m. El área basal acumulada fue de  $16,38 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  y el volumen fustal estimado alcanzó  $126,45 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .

Los atributos estructurales mostraron diferencias marcadas entre los transectos (Tabla 1). El transecto 2 presentó la mayor densidad, riqueza, área basal y volumen, mientras que el transecto 3 registró los valores más bajos de riqueza, área basal y volumen. El transecto 1 presentó la mayor altura media y contuvo el único individuo registrado en el estrato superior.

Tabla 1.  
Atributos florísticos y estructurales por transecto.

| Indicador                                         | Transecto 1 | Transecto 2 | Transecto 3 | Total  |
|---------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| Individuos                                        | 30          | 50          | 34          | 114    |
| Densidad (individuos $\text{ha}^{-1}$ )           | 300         | 500         | 340         | 380    |
| Riqueza de taxones                                | 12          | 14          | 4           | 18     |
| DAP medio (cm)                                    | 23,09       | 23,96       | 14,50       | 20,91  |
| Altura media (m)                                  | 10,47       | 8,89        | 6,35        | 8,55   |
| Área basal ( $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$ )       | 15,67       | 27,17       | 6,29        | 16,38  |
| Volumen estimado ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) | 146,33      | 199,77      | 34,24       | 126,45 |
| Shannon                                           | 2,265       | 2,258       | 0,883       | 2,273  |
| Simpson (1-D)                                     | 0,876       | 0,859       | 0,465       | 0,852  |
| Equidad de Pielou                                 | 0,912       | 0,856       | 0,637       | 0,787  |

### 3.5. Diversidad y equidad

La comunidad arbórea presentó un índice de Shannon de 2,273, un índice de Simpson de 0,852 y una equidad de Pielou de 0,787 (Tabla 1). Estos valores evidenciaron una diversidad global condicionada por la elevada abundancia de un grupo reducido de taxones.

Los transectos 1 y 2 presentaron valores similares de Shannon, con 2,265 y 2,258, respectivamente. Sin embargo, el transecto 1 mostró una equidad ligeramente mayor (0,912) que el transecto 2 (0,856). En contraste, el transecto 3 registró una reducción considerable de la diversidad, con Shannon de 0,883, Simpson de 0,465 y Pielou de 0,637. En este transecto se encontraron únicamente cuatro taxones y *P. discolor* concentró 24 de los 34 individuos registrados, equivalente al 70,59 %.

### 3.6. Dominancia ecológica

*Inga* spp. presentó el mayor índice de valor de importancia, con 51,75, como resultado de su elevada abundancia relativa, dominancia y presencia en los tres transectos. *Piptocoma discolor* ocupó la segunda posición, con un IVI de 49,29,

y presentó la mayor abundancia relativa de la comunidad. *Vochysia* spp. alcanzó un IVI de 49,22 y registró la mayor dominancia relativa, con 26,07 % del área basal total.

Los tres taxones principales acumularon 150,26 unidades de IVI, equivalentes al 50,09 % de la importancia ecológica total. *Jacaranda copaia* ocupó la cuarta posición, con un IVI de 29,05, seguida de *Otoba* spp., con 23,96.

Tabla 2.

*Abundancia, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia de los taxones arbóreos.*

| Taxón                            | N  | AbR (%) | DmR (%) | FrR (%) | IVI   |
|----------------------------------|----|---------|---------|---------|-------|
| <i>Inga</i> spp.                 | 22 | 19,30   | 22,45   | 10,00   | 51,75 |
| <i>Piptocoma discolor</i>        | 31 | 27,19   | 12,09   | 10,00   | 49,29 |
| <i>Vochysia</i> spp.             | 15 | 13,16   | 26,07   | 10,00   | 49,22 |
| <i>Jacaranda copaia</i>          | 10 | 8,77    | 10,28   | 10,00   | 29,05 |
| <i>Otoba</i> spp.                | 9  | 7,89    | 9,40    | 6,67    | 23,96 |
| <i>Pourouma minor</i>            | 4  | 3,51    | 3,83    | 6,67    | 14,01 |
| <i>Andira</i> spp.               | 3  | 2,63    | 3,28    | 6,67    | 12,58 |
| <i>Guarea kunthiana</i>          | 3  | 2,63    | 1,27    | 6,67    | 10,57 |
| <i>Ficus</i> spp.                | 3  | 2,63    | 2,08    | 3,33    | 8,04  |
| <i>Iriartea deltoidea</i>        | 3  | 2,63    | 1,51    | 3,33    | 7,48  |
| <i>Micropholis chrysophyllum</i> | 1  | 0,88    | 2,07    | 3,33    | 6,28  |
| <i>Tapirira guianensis</i>       | 1  | 0,88    | 1,74    | 3,33    | 5,95  |
| <i>Trema integerrima</i>         | 2  | 1,75    | 0,66    | 3,33    | 5,75  |
| <i>Ocotea quixos</i>             | 2  | 1,75    | 0,63    | 3,33    | 5,72  |
| <i>Miconia</i> spp.              | 2  | 1,75    | 0,42    | 3,33    | 5,51  |
| <i>Cabrlea canjerana</i>         | 1  | 0,88    | 1,15    | 3,33    | 5,36  |
| <i>Hieronyma oblonga</i>         | 1  | 0,88    | 0,67    | 3,33    | 4,88  |
| <i>Cordia alliodora</i>          | 1  | 0,88    | 0,38    | 3,33    | 4,59  |

**Leyenda:** N: número de individuos; AbR: abundancia relativa; DmR: dominancia relativa; FrR: frecuencia relativa; IVI: índice de valor de importancia.

### 3.7. Síntesis de la estructura sucesional

La comunidad se caracterizó por la concentración del 59,65 % de los individuos en la primera clase diamétrica, el predominio del estrato inferior y la escasa representación de árboles en el estrato superior. Paralelamente, tres taxones acumularon aproximadamente la mitad del IVI total, lo que evidenció una marcada concentración de la dominancia ecológica.

La estructura no fue homogénea entre los sectores evaluados. Los transectos 1 y 2 presentaron mayor riqueza, diversidad y desarrollo estructural, mientras que el transecto 3 estuvo dominado por árboles de menor tamaño, mostró una riqueza reducida y registró la menor área basal. En este sentido, la distribución diamétrica, la organización vertical y la concentración de la dominancia sugieren una configuración estructural compatible con un bosque secundario en una etapa temprana a intermedia de recuperación. No obstante, esta interpretación se restringió a los individuos con DAP  $\geq 10$  cm y no constituye una evaluación directa de la regeneración natural.

## 4. Discusión

### 4.1. Trayectoria sucesional y recuperación estructural

Los resultados evidencian que el bosque secundario estudiado presenta una recuperación estructural apreciable después de aproximadamente diez años de abandono de las actividades de pastoreo, aunque todavía mantiene una composición florística concentrada en pocos taxones y una marcada heterogeneidad espacial. La densidad de 380 individuos  $\text{ha}^{-1}$ , el área basal de 16,38  $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$  y el predominio de árboles de diámetros y alturas reducidos son consistentes con una masa forestal joven en proceso de reorganización sucesional (Alvarado-Sarango et al., 2025). Sin embargo, la presencia de individuos de hasta 58 cm de DAP y 30 m de altura sugiere la permanencia de árboles remanentes, el establecimiento temprano de individuos de rápido crecimiento o la existencia de sectores con una trayectoria de recuperación más avanzada (Malo & Quintana, 2022).

El área basal registrada resulta relevante en función del tiempo transcurrido desde el abandono. Como referencia, un análisis de 448 parcelas de regeneración amazónica propuso que un bosque secundario con una trayectoria sucesional favorable debería alcanzar, después de 20 años, al menos 14  $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$  de área basal. No obstante, ese mismo estudio demostró que la estructura, diversidad y biomasa del bosque se recuperan a velocidades diferentes (Giles et al., 2024). Por consiguiente, que el bosque estudiado presente un área basal de 16,38  $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$  no significa que haya alcanzado una condición equivalente a la de un bosque maduro. Por el contrario, la riqueza limitada y la concentración del IVI indican que la recuperación estructural podría estar avanzando más rápidamente que la recuperación florística (Aguirre et al., 2024). Estos atributos permiten situar al bosque en una fase temprana a intermedia de la sucesión secundaria (Rozendaal et al., 2019). Esta clasificación debe considerarse una hipótesis aproximada, dado que el estudio no incluyó una cronosecuencia ni un bosque de referencia que permitieran establecer cuantitativamente la distancia ecológica respecto de una condición madura.

### 4.2. Dominancia ecológica y composición florística

La concentración de la abundancia y del índice de valor de importancia confirma que pocas especies controlan gran parte de la estructura horizontal del bosque. *Piptocoma discolor*, *Inga* spp. y *Vochysia* spp. representaron conjuntamente el 59,65 % de los individuos y acumularon el 50,09 % del IVI total. Este patrón evidencia una dominancia ecológica considerable, característica de comunidades secundarias en las que un grupo reducido de especies adaptadas a ambientes perturbados aprovecha la elevada disponibilidad de luz y recursos (Aguirre et al., 2024; Alvarado-Sarango et al., 2025).

Las especies dominantes, sin embargo, contribuyeron de manera diferente a la estructura del bosque. *Piptocoma discolor* presentó la mayor abundancia, *Inga* spp. alcanzó el IVI más alto debido a su contribución equilibrada en abundancia, dominancia y frecuencia, mientras que *Vochysia* spp. sobresalió principalmente por su área basal. Por tanto, la dominancia ecológica no debe interpretarse únicamente a partir del número de individuos, sino mediante el efecto combinado de la abundancia, el tamaño de los árboles y su distribución dentro del área estudiada. Investigaciones desarrolladas en la Reserva de Biosfera Sumaco también han mostrado que el IVI permite diferenciar la influencia estructural de las especies en paisajes intervenidos de la Amazonía ecuatoriana (Torres et al., 2024).

La elevada representación de *P. discolor*, particularmente en el transecto 3, donde concentró 24 de los 34 individuos registrados (70,59 %), constituye un indicador relevante de la trayectoria sucesional. Esta especie ha sido descrita como pionera, anemócora y característica de bosques secundarios tempranos e intermedios. En una cronosecuencia de la transición andino-amazónica colombiana, *P. discolor* aportó una proporción elevada de la lluvia de semillas en bosques secundarios jóvenes e intermedios (Vasquez et al., 2025). Asimismo, Rodríguez-León et al. (2025) registraron una disminución progresiva de la importancia de esta especie conforme avanzó la sucesión y aumentó la participación de especies secundarias.

La presencia conjunta de taxones de *Inga* spp., *Vochysia* spp., *Jacaranda copaia* y *Otoba* spp. sugiere que la comunidad no está constituida exclusivamente por especies pioneras. Su composición refleja una transición en la cual todavía predominan las especies heliófilas, pero comienzan a incorporarse taxones capaces de persistir bajo condiciones de mayor cobertura y complejidad estructural.

#### 4.3. Diversidad y heterogeneidad espacial

De acuerdo con lo reportado por Aguirre et al. (2024) los índices calculados caracterizan una comunidad con diversidad intermedia, pero con una distribución desigual de los individuos. El índice de Shannon de 2,273 y la equidad de Pielou de 0,787 indican que, aunque unos pocos taxones concentran gran parte de la abundancia, existe un conjunto complementario de especies con menor representación. Estos valores deben interpretarse junto con la riqueza de 18 taxones y la resolución taxonómica alcanzada, debido a que seis registros fueron determinados únicamente hasta el nivel de género. Esta limitación podría ocultar una riqueza específica mayor y restringe la comparación directa con otros inventarios.

En un bosque siempreverde piemontano de Puyo, evaluado mediante transectos de dimensiones similares y con el mismo umbral de DAP, se registraron 65 especies y 30 familias en 0,5 ha (Lazo Pérez et al., 2025). Aunque las diferencias en superficie muestreada, condición sucesional e historia de perturbación

impiden una comparación estricta, la menor riqueza observada en Arosemena Tola es consistente con el corto tiempo de recuperación y con el posible efecto residual del uso ganadero.

Las diferencias entre transectos demuestran que el proceso sucesional no ocurre de manera homogénea. El transecto 2 presentó 14 taxones, una densidad de 500 individuos  $\text{ha}^{-1}$  y un área basal de 27,17  $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ . En contraste, el transecto 3 registró únicamente cuatro taxones, 340 individuos  $\text{ha}^{-1}$  y 6,29  $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$  de área basal. La misma tendencia se observó en la diversidad de Shannon, que disminuyó de 2,258 en el transecto 2 a 0,883 en el transecto 3.

Estos contrastes sugieren la existencia de micrositios con diferentes condiciones de recuperación. Entre los factores potencialmente asociados se encuentran la intensidad previa del pastoreo, la compactación del suelo, la cercanía a fuentes de semillas, la apertura del dosel y el establecimiento inicial de especies dominantes. En bosques secundarios del sur de Ecuador se ha demostrado que la edad desde el abandono interactúa con las condiciones edáficas, climáticas y espaciales para determinar la composición, diversidad y estructura arbórea (Jadán et al., 2021). Sin embargo, debido al número reducido de transectos, los factores responsables de la heterogeneidad encontrada deben considerarse hipótesis que requieren comprobación.

#### 4.4. Organización diamétrica y estratificación vertical

La distribución diamétrica mostró una reducción progresiva del número de individuos hacia las clases de mayor tamaño. El 59,65 % de los árboles se concentró entre 10 y 19,99 cm de DAP y el 79,82 % presentó diámetros inferiores a 30 cm, mientras que solamente el 7,02 % alcanzó diámetros iguales o superiores a 40 cm. Esta estructura es compatible con un rodal secundario joven, en el cual predominan cohortes establecidas después del abandono del pastoreo (García-Quintana et al., 2020; Lazo Pérez et al., 2025).

Aunque la distribución adopta una forma decreciente semejante a una “J” invertida, este patrón no demuestra por sí solo que exista una regeneración natural suficiente o que la comunidad sea autosostenible (Alvarado-Sarango et al., 2025). El inventario excluyó plántulas, brinzales, latizales e individuos con DAP menor de 10 cm. En consecuencia, la abundancia de árboles pequeños permite describir la estructura del componente arbóreo inventariado, pero no establecer si las especies dominantes se están regenerando ni si están ingresando especies propias de etapas sucesionales posteriores (Aguirre et al., 2024; Antonio & Llerena, 2025).

La estructura vertical también evidencia una formación todavía simplificada. El 76,32 % de los individuos se ubicó en alturas iguales o inferiores a 10 m, el 22,81 % entre más de 10 y 20 m y solamente un individuo de *Otoba* spp. superó los 20 m. Este patrón corresponde a un dosel bajo, con escasa diferenciación entre estratos y pocos árboles emergentes (Alvarado-Sarango et al., 2025). El

individuo de *Otoba* spp. de 30 m puede desempeñar funciones ecológicas importantes como fuente de semillas, sitio de percha para fauna dispersora y elemento de heterogeneidad vertical, por lo que debería considerarse prioritario para la conservación.

La recuperación de la riqueza y de algunos atributos estructurales no garantiza que se restituya la composición original del bosque. Incluso cronosecuencias tropicales de hasta 120 años han mostrado una recuperación incompleta de las especies raras y de la composición característica de los bosques maduros (Elsy et al., 2024). Por ello, el seguimiento de la sucesión debe incorporar mediciones repetidas de reclutamiento, crecimiento y mortalidad (Chazdon et al., 2022).

#### 4.5. *Acumulación de volumen fustal y recuperación estructural*

El volumen fustal estimado de 126,45 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> indica que el bosque secundario estudiado posee una reserva apreciable de estructura leñosa después de aproximadamente diez años de abandono del pastoreo. No obstante, debido al carácter transversal del inventario, este valor representa la condición actual del rodal y no permite determinar directamente cuánto volumen se acumuló durante ese periodo ni calcular una tasa anual de crecimiento. Además, la presencia de un número reducido de árboles de gran diámetro y altura, algunos posiblemente remanentes del uso anterior, pudo contribuir de manera desproporcionada al volumen total registrado.

El valor obtenido fue superior a los 47,99 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> documentados por (Huamán et al., 2021) en una franja de bosque peruano restaurada pasivamente durante 16 años, donde también se inventariaron árboles con DAP ≥10 cm. En contraste, (Quiliano & Torres, 2022) registraron 254,71 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de volumen total en un bosque secundario de 18 años desarrollado sobre áreas abandonadas después del cultivo de coca en la Amazonía peruana.

Estas comparaciones sitúan el volumen registrado en Arosemena Tola por encima de valores reportados para bosques secundarios jóvenes, dentro del intervalo observado en rodales secundarios de mayor edad y por debajo de bosques con una recuperación estructural más avanzada. Sin embargo, este resultado no implica que el bosque estudiado posea una madurez equivalente a la de esos rodales. La variabilidad entre estudios puede responder a diferencias en la intensidad del uso anterior, fertilidad y compactación del suelo, precipitación, disponibilidad de fuentes de semillas, composición florística, permanencia de árboles remanentes y tasas de crecimiento de las especies dominantes (García-Quintana et al., 2020). También influyen las diferencias metodológicas relacionadas con el diámetro mínimo de inclusión, el empleo de altura total o comercial y el factor de forma utilizado para la cubicación.

#### 4.6. *Implicaciones para el manejo silvícola y la restauración*

Los resultados justifican la aplicación de un manejo silvícola diferenciado. Los sectores con mayor diversidad, complejidad y área basal, como el transecto 2,

deberían mantenerse bajo regeneración natural protegida, evitando intervenciones que produzcan aperturas intensas del dosel. La conservación de los árboles de mayor diámetro y altura es especialmente importante debido a su contribución al área basal, la producción de semillas y la heterogeneidad del hábitat (Malo & Quintana, 2022).

En los sectores con elevada dominancia de *P. discolor* y baja diversidad, como el transecto 3, se recomienda evaluar previamente la regeneración menor de 10 cm de DAP y la disponibilidad de fuentes de semillas. Si se comprueba un reclutamiento limitado de especies secundarias, podrían aplicarse medidas de regeneración natural asistida, enriquecimiento con especies nativas de etapas intermedias y tardías; y establecimiento de corredores o conexiones con remanentes próximos (Aguirre et al., 2024).

No se recomienda eliminar de manera generalizada a *P. discolor*. Aunque su dominancia evidencia una etapa sucesional joven, sus individuos pueden proporcionar cobertura, materia orgánica y condiciones microclimáticas favorables para el establecimiento de especies más tolerantes a la sombra. Cualquier raleo o liberación debería ser selectivo y gradual, orientado a reducir la competencia alrededor de individuos de interés sin desestabilizar el dosel en formación.

La identificación de 215 millones de hectáreas con potencial para regeneración natural en regiones tropicales demuestra la importancia de esta estrategia para la restauración, aunque su efectividad depende del contexto ambiental, el uso previo y la disponibilidad de fuentes de propágulos (Williams et al., 2024). En el área de estudio, la regeneración natural constituye una alternativa viable, pero debe acompañarse de monitoreo y de intervenciones puntuales en los sectores que presenten señales de estancamiento sucesional.

#### 4.7. Limitaciones y perspectivas de investigación

La interpretación de los resultados está condicionada por la superficie muestreada de 0,3 ha, el número reducido de transectos, la ausencia de un bosque de referencia, el carácter transversal del inventario y la exclusión de individuos con DAP menor de 10 cm. A estas limitaciones se añade la identificación incompleta de seis taxones y el uso de un factor de forma general para estimar el volumen.

Estas restricciones no invalidan los patrones encontrados, pero impiden determinar con precisión la velocidad de recuperación o atribuir causalmente las diferencias entre transectos a factores ambientales específicos. Se recomienda convertir los transectos en unidades permanentes de monitoreo, incorporar categorías de regeneración natural, completar la identificación botánica mediante ejemplares de herbario y registrar variables relacionadas con el suelo, la cobertura del dosel, la distancia a remanentes y la intensidad del uso anterior.

También sería pertinente establecer parcelas en un bosque de referencia regional y realizar evaluaciones periódicas del crecimiento, reclutamiento y mortalidad. Esta información permitiría establecer si la dominancia actual de especies pioneras disminuye con el tiempo y si se produce una incorporación efectiva de especies propias de etapas sucesionales más avanzadas. En este sentido, los hallazgos muestran que el bosque secundario del área de estudio en Arosemena Tola posee una capacidad evidente de recuperación estructural, pero que su trayectoria florística continúa condicionada por la dominancia de especies pioneras y por una pronunciada heterogeneidad espacial.

## 5. Conclusiones

La caracterización del componente arbóreo permitió determinar que el bosque secundario estudiado en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola presenta una estructura sucesional temprana a intermedia, condicionada por aproximadamente diez años de recuperación después del abandono de actividades de pastoreo. En las 0,3 ha evaluadas se registraron 114 individuos, agrupados en 18 taxones y 16 familias, con una marcada concentración de la abundancia y del peso ecológico en *Piptocoma discolor*, *Inga* spp. y *Vochysia* spp. Estas especies representaron conjuntamente el 59,65 % de los individuos y el 50,09 % del IVI total, lo que demuestra que una fracción reducida de la comunidad determina gran parte de su configuración estructural.

Los valores de Shannon (2,273), Simpson (0,852) y equidad de Pielou (0,787) evidenciaron una diversidad intermedia, acompañada por una distribución relativamente desigual de los individuos. La concentración del 79,82 % de los árboles en diámetros menores de 30 cm y del 76,32 % en alturas iguales o inferiores a 10 m confirmó el predominio de árboles jóvenes y la limitada diferenciación vertical del dosel. Asimismo, las diferencias en riqueza, diversidad y área basal entre transectos demostraron que la recuperación ocurre de manera espacialmente heterogénea.

Los atributos observados son compatibles con un bosque secundario en proceso de recuperación estructural, aunque la elevada dominancia de especies pioneras indica que la reorganización florística continúa en desarrollo. Por ello, se recomienda conservar los árboles de mayor porte, mantener la regeneración natural y establecer parcelas permanentes que incorporen individuos con DAP menor de 10 cm. Este seguimiento permitirá evaluar el reclutamiento, crecimiento y reemplazo de las especies dominantes y orientar intervenciones silvícolas diferenciadas en los sectores con menor diversidad y complejidad estructural.

**Contribución de los autores:** Conceptualización: U.L.D, O.M.C y M.G.A; Metodología: U.L.D, O.M.C y M.G.A; Análisis formal: U.L.D y M.R.M; Validación: U.L.D; Investigación: U.L.D, O.M.C, M.G.A y B.T.A; Recursos: U.L.D, O.M.C, M.G.A, M.R.M y B.T.A; Curación de datos: U.L.D y O.M.C; Visualización: U.L.D;

Redacción borrador original: U.L.D y O.M.C; Redacción, revisión y edición: U.L.D, O.M.C, M.G.A, M.R.M y B.T.A; Supervisión: U.L.D. Todos los autores han leído y aprobado la versión publicada del manuscrito.

**Financiamiento:** Esta investigación no recibió financiación externa.

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

**Declaración de disponibilidad de datos:** Los datos están disponibles previa solicitud a los autores de correspondencia: [diego\\_slade@hotmail.com](mailto:diego_slade@hotmail.com)

### 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. *SCIÉND O INGENIUM*, 20(4), 121–134. <https://doi.org/10.17268/REV.CYT.2024.04.09>
- Alvarado-Sarango, B., Ureta-Leones, D., Veintimilla-Ramos, D., & Jaramillo-Díaz, N. (2025). Estructura, diversidad florística y almacenamiento de carbono en la biomasa aérea de un bosque siempreverde piemontano en la Cordillera del Cóndor-Kutukú. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 13(1). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2310-34692025000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692025000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Antonio, J., & Llerena, A. (2025). Composición y estructura de la flora arbórea en una parcela de bosque secundario maduro del Parque Nacional Soberanía, Panamá. *Scientia*, 35(2), 79–99. <https://doi.org/10.48204/J.SCIENTIA.V35N2.A7702>
- Bernaola-Paucar, R. M., Taco-Palma, P., Portal-Paredes, B., Nieto-Ramos, L., & Nieto-Ramos, C. (2024). Índice de valor de importancia arbórea en la concesión minera EDMILOT I ubicado en la cuenca del Río Inambari, Madre de Dios. *Revista Biodiversidad Amazónica*, 3(2), e326–e326. <https://doi.org/10.55873/RBA.V3I2.326>
- Chazdon, R. L., Norden, N., Colwell, R. K., & Chao, A. (2022). Monitoring recovery of tree diversity during tropical forest restoration: lessons from long-term trajectories of natural regeneration. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 378(1867), 20210069. <https://doi.org/10.1098/RSTB.2021.0069>
- Díaz Lezcano, M. I., & Heyn Chaparro, J. M. (2022). Estimación del contenido de carbono en la cobertura forestal de un bosque secundario del distrito de Curuguaty, Paraguay. *Revista de La Sociedad Científica Del Paraguay*, 27(2), 55–71. <https://doi.org/10.32480/RSCP.2022.27.2.55>
- Eguiguren, P., Fischer, R., & Günter, S. (2019). Degradation of Ecosystem Services and Deforestation in Landscapes With and Without Incentive-

- Based Forest Conservation in the Ecuadorian Amazon. *Forests*, 10(5), 442. <https://doi.org/10.3390/F10050442>
- Elsy, A. D., Pfeifer, M., Jones, I. L., DeWalt, S. J., Lopez, O. R., & Dent, D. H. (2024). Incomplete recovery of tree community composition and rare species after 120 years of tropical forest succession in Panama. *Biotropica*, 56(1), 36–49. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/btp.13275>
- Ferrer-Sánchez, Y., Ramírez Castillo, A. J., Plasencia-Vázquez, A. H., Abasolo-Pacheco, F., Ferrer-Sánchez, Y., Ramírez Castillo, A. J., Plasencia-Vázquez, A. H., & Abasolo-Pacheco, F. (2024). Impacto del uso de suelo y la fragmentación del paisaje sobre la calidad del agua del río Teaone en Ecuador. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 40, 15–36. <https://doi.org/10.20937/RICA.54900>
- García-Quintana, Y., Arteaga-Crespo, Y., Torres-Navarrete, B., Robles-Morillo, M., Bravo-Medina, C., & Sarmiento-Rosero, A. (2020). Ecological quality of a forest in a state of succession based on structural parameters: A case study in an evergreen Amazonian-Andean forest, Ecuador. *Heliyon*, 6(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04592>
- Giles, A. L., Schietti, J., Rosenfield, M. F., Mesquita, R. C., Vieira, D. L. M., Vieira, I. C. G., Poorter, L., Brancalion, P. H. S., Peña-Claros, M., Siqueira, J., Oliveira Junior, L., do Espírito-Santo, M. M., Sarmento, P. S. de M., Ferreira, J. N., Berenguer, E., Barlow, J., Elias, F., Cassol, H. L. G., Silva, R. C., ... Jakovac, C. C. (2024). Simple ecological indicators benchmark regeneration success of Amazonian forests. *Communications Earth & Environment*, 5(1), 780-. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01949-9>
- Huamán, F. H. G., Cierito, L. E. O., Aliaga, W. C. L., & Cierito, J. D. O. (2021). Evaluación de la restauración forestal de una franja deforestada en 1998 en el Bosque Reservado. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Llamkasun*, 2(1), 105–120. <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v2i1.35>
- Jadán, O., Donoso, D. A., Cedillo, H., Bermúdez, F., & Cabrera, O. (2021). Floristic groups, and changes in diversity and structure of trees, in tropical montane forests in the southern andes of Ecuador. *Diversity*, 13(9), 400. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/d13090400>
- Lazo Pérez, Y., Morales Moreno, A., Arteaga Crespo, Y., & García Quintana, Y. (2025). Estructura y composición florística de un bosque siempreverde piemontano del centro de la Amazonía ecuatoriana, Puyo, Pastaza. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 13(1), 1.
- Malo, V. S., & Quintana, Y. G. (2022). Evaluación de biomasa aérea acumulada y sostenibilidad ecológica en bosques amazónicos: estudio de caso comunidad Cotococha. *Revista Cubana de Ciencias Forestales: CFORES*, 10(1), 5.
- Norden, N., Angarita, H. A., Bongers, F., Martínez-Ramos, M., Cerda, I. G. D. La, Van Breugel, M., Lebrija-Trejos, E., Meave, J. A., Vandermeer, J.,

- Williamson, G. B., Finegan, B., Mesquita, R., & Chazdon, R. L. (2015). Successional dynamics in Neotropical forests are as uncertain as they are predictable. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(26), 8013–8018. <https://doi.org/10.1073/PNAS.1500403112;WEBSITE:WEBSITE:PNAS-SITE;WGROU:STRING:PUBLICATION>
- Poorter, L., Bongers, F., Aide, T. M., Almeyda Zambrano, A. M., Balvanera, P., Becknell, J. M., Boukili, V., Brancalion, P. H. S., Broadbent, E. N., Chazdon, R. L., Craven, D., De Almeida-Cortez, J. S., Cabral, G. A. L., De Jong, B. H. J., Denslow, J. S., Dent, D. H., DeWalt, S. J., Dupuy, J. M., Durán, S. M., ... Rozendaal, D. M. A. (2016). Biomass resilience of Neotropical secondary forests. *Nature*, 530(7589), 211–214. <https://doi.org/10.1038/nature16512>
- Quiliano, A. C., & Torres, L. R. (2022). Potencial maderable, biomasa y captura de carbono en áreas abandonadas por el cultivo de *Erythroxylum coca* Lam. (coca) en Irazola – Ucayali, Perú. *Revista Forestal Del Perú*, 37(2), 109–122. <https://doi.org/10.21704/RFP.V37I2.1952>
- Rodríguez-León, C. H., Sterling, A., Trujillo-Briñez, A., Suárez-Córdoba, Y. D., & Roa-Fuentes, L. L. (2025). Forest Attribute Dynamics in Secondary Forests: Insights for Advancing Ecological Restoration and Transformative Territorial Management in the Amazon. *Diversity*, 17(1), 39. <https://doi.org/10.3390/D17010039/S1>
- Rojas-Robles, N. E., Yépez, E. A., Álvarez-Yépiz, J. C., Sánchez-Mejía, Z. M., Garatuza-Payan, J., Rivera-Díaz, M. A., Rojas-Robles, N. E., Yépez, E. A., Álvarez-Yépiz, J. C., Sánchez-Mejía, Z. M., Garatuza-Payan, J., & Rivera-Díaz, M. A. (2023). Producción neta del ecosistema durante la sucesión ecológica secundaria: lecciones desde el bosque tropical seco. *Madera y Bosques*, 29(1). <https://doi.org/10.21829/MYB.2023.2912368>
- Rozendaal, D. M. A., Bongers, F., Aide, T. M., Alvarez-Dávila, E., Ascarrunz, N., Balvanera, P., Becknell, J. M., Bentos, T. V., Brancalion, P. H. S., Cabral, G. A. L., Calvo-Rodriguez, S., Chave, J., César, R. G., Chazdon, R. L., Condit, R., Dallinga, J. S., De Almeida-Cortez, J. S., De Jong, B., De Oliveira, A., ... Poorter, L. (2019). Biodiversity recovery of Neotropical secondary forests. *Science Advances*, 5(3). <https://doi.org/10.1126/SCIADV.AAU3114;REQUESTEDJOURNAL:JOURNAL:SCIADV;WGROU:STRING:PUBLICATION>
- Torres, B., Herrera-Feijoo, R. J., Torres-Navarrete, A., Bravo, C., & García, A. (2024). Tree Diversity and Its Ecological Importance Value in Silvopastoral Systems: A Study along Elevational Gradients in the Sumaco Biosphere Reserve, Ecuadorian Amazon. *Land*, 13(3), 281. <https://doi.org/10.3390/LAND13030281>
- Ureta-Leones, D., Artega-Crespo, Y., García-Quintana, Y., & Arellano-Reinoso, K. (2024). Respuesta fotosintética de *Guadua angustifolia* Kunth y *Bambusa vulgaris* Schrad. ex JC Wendl. a diferentes intensidades de luz. *Revista*

*Cubana de Ciencias Forestales*, 12(3), 1.  
<https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/869>

Vasquez, A. M. P., Beltrán, L. C., Rodríguez-León, C. H., & Roa-Fuentes, L. L. (2025). Seed rain variation across a tropical humid forest chronosequence. *Plant Ecology*, 226(11), 1181–1193. <https://doi.org/10.1007/S11258-025-01551-9>

Williams, B. A., Beyer, H. L., Fagan, M. E., Chazdon, R. L., Schmoeller, M., Sprenkle-Hyppolite, S., Griscom, B. W., Watson, J. E. M., Tedesco, A. M., Gonzalez-Roglich, M., Daldegan, G. A., Bodin, B., Celentano, D., Wilson, S. J., Rhodes, J. R., Alexandre, N. S., Kim, D. H., Bastos, D., & Crouzeilles, R. (2024). Global potential for natural regeneration in deforested tropical regions. *Nature*, 636(8041), 131–137. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-08106-4>

Zambrano-Plaza, D. J., & Alava-Ganchozo, K. G. (2026). Componente arbóreo y carbono aéreo en bosque secundario del complejo recreacional San Mateo, Las Naves. *Revista Científica Ciencia y Método*, 4(2), 32–50. <https://doi.org/10.55813/GAEA/RCYM/V4/N2/178>