

Revista Cubana de
Ciencias Forestales

CFORES

Volumen 10, número 3; 2022

Artículo original

Dinámica de crecimiento de especies forestales en el bosque andino del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador

Growth dynamics of forest species in the Andean forest of the "Francisco Vivar Castro" University Park, Loja, Ecuador

Dinâmica de crescimento de espécies florestais na floresta andina do Parque Universitário "Francisco Vivar Castro", Loja, Equador

Zhofre Huberto Aguirre Mendoza^{1*}  <https://orcid.org/0000-0002-6829-3028>

Jhulissa Patricia Merchán Granda²  [https:// orcid.org/0000-0002-3319-8047](https://orcid.org/0000-0002-3319-8047)

Gretel Geada López³  <https://orcid.org/0000-0002-8421-0624>

¹Universidad Nacional de Loja. Ecuador.

²Libre ejercicio profesional Ecuador.

³Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca". Pinar del Río, Cuba.

*Autor para la correspondencia: zhofre.aguirre@unl.edu.ec

Recibido: 2022-09-21.

Aprobado: 2022-09-01

RESUMEN

Los procesos ecológicos de la vegetación proporcionan información valiosa para su manejo. La investigación se realizó con el propósito de determinar el dinamismo y crecimiento de las especies forestales de bosque andino en la hoya de Loja, Ecuador, en un periodo de cinco años. Se trabajó en una parcela permanente de 100 x 100 m² instalada en el año 2017. Se realizó la nueva medición de D_{1,30} m y altura total de los individuos leñosos registrados en el 2017 y, de los que han ingresado. Las plantas



nuevas se etiquetaron y se pintó un anillo con pintura roja donde se midió el $D_{1,30}$ m. Se calculó el dinamismo en base a la mortalidad y reclutamiento, el crecimiento e incremento periódico anual en diámetro, altura, área basal y volumen. Al año 2022 se registran 1 214 individuos, de 44 especies, 38 géneros y 29 familias; la tasa de mortalidad es de 4,68 % y la tasa de reclutamiento de 0,13 %, con un dinamismo anual de 2,41 %. El crecimiento promedio en diámetro es de $0,0137 \pm 0,0021$ m, en altura de $0,8 \pm 0,1$ m, en área basal de $0,0028 \pm 0,0004$ m² ha⁻¹ y en volumen de $0,020 \pm 0,003$ m³ ha⁻¹. La especie con mayor crecimiento promedio en diámetro es *Critoniopsis pycnantha*, en altura es *Morrela interrumpa*, en área basal y volumen *Alnus acuminata*. Los bosques andinos de la hoya de Loja son dinámicos, hay más muertes que reclutamientos, tienen crecimiento uniforme y especies que crecen más que otras.

Palabras clave: Bosque andino; Dinamismo; Reclutamiento; Mortalidad; Crecimiento e incremento.

ABSTRACT

The ecological processes of the vegetation provide valuable information for its management. The research was carried out with the purpose of determining the dynamism and growth of forest species in the Andean Forest in the Loja basin, Ecuador, over a period of five years. Work was carried out in a permanent plot of 100 x 100 m² installed in 2017. The new measurement of $D_{1.30}$ m and total height of the woody individuals registered in 2017 and of those that have entered was made. The new plants were labeled and a red ring was painted where the $D_{1.30}$ m was measured. The dynamism was calculated based on mortality and recruitment, growth and annual periodic increase in diameter, height, basal area and volume. By 2022, 1,214 individuals of 44 species, 38 genera, and 29 families have been recorded; the mortality rate is 4.68 % and the recruitment rate is 0.13%, with an annual dynamism of 2.41 %. The average growth in diameter is 0.0137 ± 0.0021 m, in height is 0.8 ± 0.1 m, in basal area is 0.0028 ± 0.0004 m² ha⁻¹ and in volume is 0.020 ± 0.003 m³ ha⁻¹. The species with the highest average diameter growth is *Critoniopsis pycnantha*, in height it is *Morrela interrupta*, in basal area and volume *Alnus acuminata*. The Andean forests of the Loja basin are dynamic, there are more deaths than recruitments. They have uniform growth, and also, species that grow more than others.

Keywords: Andean forest; Dynamism; Recruitment; Mortality; Growth and increment.

SÍNTESE

Os processos ecológicos da vegetação fornecem informações valiosas para sua gestão. A pesquisa foi realizada com o objetivo de determinar o dinamismo e o crescimento das espécies florestais andinas no Hoya de Loja, Equador, ao longo de um período de cinco anos. Os trabalhos foram realizados em um terreno permanente de 100 x 100 m² instalado em 2017. A nova medida de $D_{1,30}$ m e altura total dos indivíduos lenhosos registrados em 2017 e os que entraram foi realizada. Novas plantas foram etiquetadas e um anel foi pintado com tinta vermelha onde foi medido $D_{1,30}$ m. O dinamismo foi calculado com base na mortalidade e recrutamento, crescimento e incremento periódico anual em diâmetro, altura, área basal e volume. Desde 2022, 1 214 indivíduos de 44 espécies, 38 gêneros e 29 famílias são registrados; a taxa de mortalidade é de 4,68 %



e a taxa de recrutamento é de 0,13 %, com um dinamismo anual de 2,41 %. O crescimento médio em diâmetro é de $0,0137 \pm 0,0021$ m, em altura $0,8 \pm 0,1$ m, em área basal $0,0028 \pm 0,0004$ m² ha⁻¹ e em volume $0,020 \pm 0,003$ m³ ha⁻¹. A espécie com o maior crescimento médio em diâmetro é *Critoniopsis pycnantha*, em altura é *Morrela interrumpa*, em área basal e volume *Alnus acuminata*. As florestas andinas do Hoya de Loja são dinâmicas, há mais mortes do que recruta, têm crescimento uniforme e espécies que crescem mais do que outras.

Palabras clave: Floresta andina; Dinamismo; Recrutamento; Mortalidade; Crescimento e incremento.

INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país megadiverso, con 92 ecosistemas y parte de esta riqueza son los bosques andinos, que se desarrollan entre 2 000 a 3 200 m s.n.m.; los árboles son los elementos más distinguidos y representan la mayor cantidad de biomasa del bosque y almacenan gran cantidad de carbono, proveen madera, frutos, resinas, látex, fibras, belleza escénica, protección al suelo ante la erosión y, otros elementos que ayudan a mantener el régimen hídrico (García, 2014).

El bosque andino es un ecosistema altamente amenazado en el Ecuador, debido a la incidencia del ser humano por la conversión de uso para realizar actividades agrícolas y ganaderas, deforestación selectiva para obtener carbón y extracción de productos forestales no maderables y maderables de manera no sostenida (Busman, 2005). Y aún prevalecen vacíos de conocimiento sobre su dinámica, lo cual dificulta proponer acciones para su manejo y conservación. Además, considerando que en algunas zonas andinas de la región sur del país se encuentran parches de bosque primario producto de la actividad antrópica (Jadán *et al.*, 2017), es importante estudiar la dinámica de estos últimos remanentes boscosos.

La dinámica se define como un proceso ordenado de cambios en la vegetación, en el cual el bosque puede ser medido mediante tres indicadores: crecimiento de los rodales y de las especies arbóreas, tasa de mortalidad y tasa de reclutamiento. El dinamismo del bosque se expresa por los cambios derivados de la mortalidad y el reclutamiento de individuos a través de los años (Restrepo *et al.*, 2016). También es importante conocer la regeneración natural que se va presentando de las especies del bosque a través de parcelas de monitoreo que se pueden obtener de manera directa el diámetro y la altura de los árboles, calcular el área basal o la biomasa, y así comprender los procesos naturales del bosque (Torres *et al.*, 2012).

El conocimiento de la dinámica de crecimiento de las especies forestales y de los bosques es valioso, ya que se sientan bases técnico-científicas que permiten el fomento forestal, conservación y manejo; por esta razón es necesario investigar; ya es importante entender el comportamiento de las especies y planificar su manejo y conservación. Además, del constante cambio en número de individuos, también es significativo estar al tanto de cuáles son las especies que desaparecen para dar paso a las nuevas en el proceso natural de sucesión.



Además, considerando que el propósito de la Universidad Nacional de Loja y sus proyectos institucionales, es disponer de escenarios para que los futuros profesionales se vinculen en sus actividades, este artículo es el resultado de la utilización de los escenarios del proyecto institucional denominado: Procesos ecológicos de la vegetación en el Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Universidad Nacional de Loja. Fase III. 2022-2023, que se desarrolló entre abril a septiembre 2022, con el objetivo de determinar el dinamismo y crecimiento de las especies forestales de bosque andino en la hoya de Loja en la provincia de Loja.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en una parcela permanente ubicada en el Parque Universitario "Francisco Vivar Castro" (PUFVC), en la hoya de Loja, parroquia San Sebastián, cantón Loja, provincia de Loja. El cuadrante permanente de una hectárea se ubica entre las coordenadas UTM: 700 592 9 554 223 N, 700 970 9 553 139 S 701 309 9 553 171 E, 699 961 9 554 049 W. En la Figura 1 se observa la ubicación del PUFVC a nivel cantonal, provincial y nacional. El PUFVC se encuentra entre 2 130 a 2 520 m s.n.m., con una precipitación anual de 955 mm; temperatura media anual de 16,6 °C; y evaporación media de 111,33 mm (Aguirre *et al.*, 2016) (Figura 1).

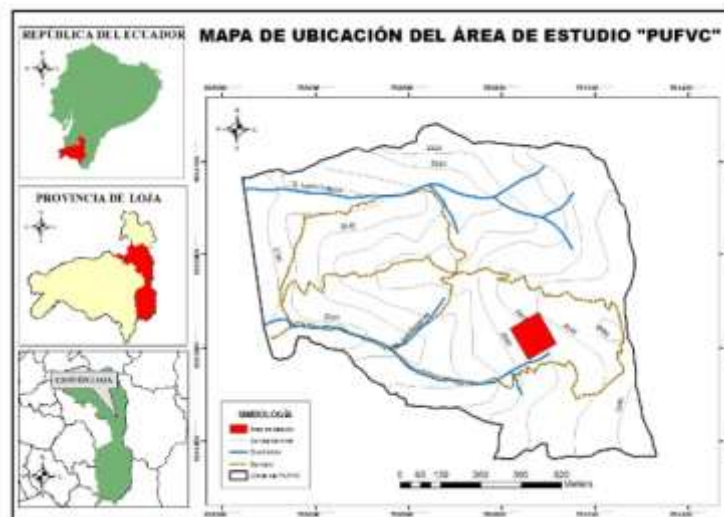


Figura 1. - Mapa de ubicación del área de estudio

Descripción de la parcela permanente

La parcela permanente de 1 ha (100 x 100 m) evaluada fue establecida por Reyes en el año 2017, está ubicada en un fragmento de bosque andino dentro del PUFVC, en la hoya de Loja, esta subdividida en 25 subparcelas de 20 x 20 m. El diseño de distribución de las subparcelas se muestra en la Figura 2.



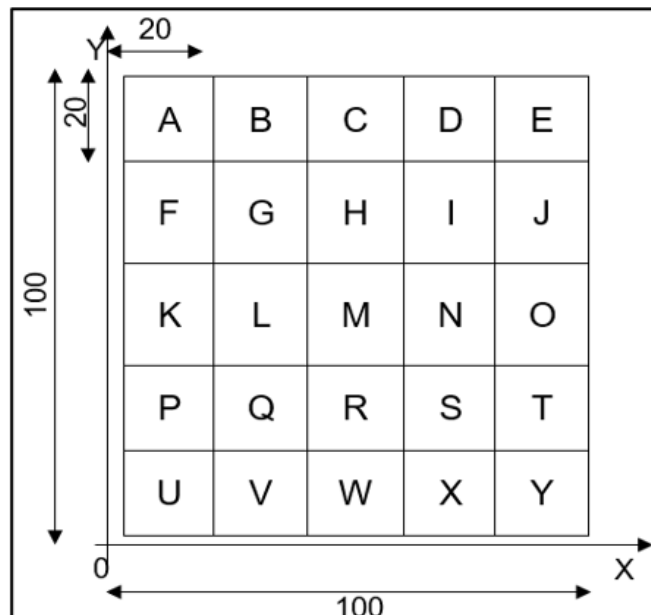


Figura 2. - Esquema de distribución de las subparcelas permanentes

Levantamiento de datos de individuos arbóreos mayores a 5 cm de $D_{1,30\text{ m}}$

Se realizó la nueva remediación de todos los individuos arbóreos registrados en la primera medición del año 2017; y se midió el $D_{1,30\text{ m}}$ y altura total de los individuos ingresados o reclutados que tengan un $D_{1,30\text{ m}}$ mayor a 5 cm al año 2022.

Determinación del dinamismo de las especies arbóreas

Se contabilizó el número de individuos vivos identificados y registrados en el año 2017, y la aparición de otros individuos con $D_{1,30\text{ m}}$ mayores a 5 cm hasta el año 2022. Con los datos se calculó las tasas de mortalidad y reclutamiento usando las fórmulas planteadas por *Condit et al. (1999)* y *Marin et al. (2005)* (Ecuación 1; Ecuación 2; Ecuación 3).

$$\text{Mortalidad} = \frac{\ln(N_o)/(N_s)}{t} \quad (1)$$

$$\text{Reclutamiento} = \frac{\ln(N_f)/(N_s)}{t} \quad (2)$$

$$\text{Dinamismo} = \frac{\text{Mortalidad} + \text{Reclutamiento}}{2} \quad (3)$$

Donde:

\ln = Logaritmo natural.

N_o = Número de individuos en la primera toma de datos.

N_s = Número de individuos originales sobrevivientes al final del periodo.



Nf= Número de individuos al final del periodo.

t= Años del periodo.

Incremento medio anual de las especies forestales

Se consideró para esta investigación la base de datos del año 2017 y las mediciones del año 2022. Se calculó el crecimiento e incremento medio anual de $D_{1,30}$ m, altura total, área basal y volumen (para los cálculos de cada variable se usan los valores promedios de cada especie) considerando los datos de la primera medición y la segunda medición. Se utilizó las fórmulas planteadas por Quesada *et al.* (2012) y se calculó el error estándar para los resultados obtenidos (Tabla 1).

Tabla 1. - Error estándar para los resultados

$Cr.D_{1,30m} = D_{1,30f} - D_{1,30i}$	Cr.D= Crecimiento del diámetro D1,30f = Diámetro al final del periodo D1,30i = Diámetro al inicio del periodo
$Cr.H = Hf - Hi$	Cr.H= Crecimiento de la altura Hf = Altura al final del periodo Hi= Altura al inicio del periodo
$Cr.G = Gf - Gi$	Cr.G= Crecimiento en área basal Gf= Área basal al final del periodo Gi= Área basal al inicio del periodo
$Cr.V = Vf - Vi$	Cr.V= Crecimiento en Volumen Vf= Volumen al final del periodo Vi= Volumen al inicio del periodo
$Ipa(D) = \frac{(Df - Di)}{t}$	Ipa (D) = Incremento periódico anual del diámetro
$Ipa(H) = \frac{(Hf - Hi)}{t}$	Ipa (H) = Incremento periódico anual de la altura
$Ipa(G) = \frac{(Gf - Gi)}{t}$	Ipa (G) = Incremento periódico anual del área basal
$Ipa(V) = \frac{(Vf - Vi)}{t}$	Ipa (V) = Incremento periódico anual del volumen
$Cr.Bc + i = (Vf - Vi) + M + A$	Cr.B+i = Crecimiento bruto con ingreso M = Mortalidad A = Aprovechamiento
$Cr.Bc - i = Vf - Vi + M + A - i$	Cr.B-i = Crecimiento bruto sin ingreso M = Mortalidad A = Aprovechamiento i = Ingreso
$Cr.Bc + i = (Vf - Vi) + M + A$	CrBPa + i = Crecimiento bruto periódico anual con ingresos
$Cr.BPa - i = CrBs - i/t$	CrBPa - i = Crecimiento bruto periódico anual sin ingresos i = Ingresos t = Número de años del periodo



RESULTADOS

Dinamismo del bosque andino del PUFVC en el periodo 2017 2022

Al año 2022 se registraron 1 214 individuos, de 44 especies correspondientes a 38 géneros de 29 familias, que significa que la tasa de mortalidad es de 4,68 % y la tasa de reclutamiento es de 0,13 % (Tabla 2).

Tabla 2. - Dinamismo de las especies arbóreas > 5 cm de D_{1,30} m

Variable	2017	2022	Tasa anual %
Número de individuos	1370	1214	
Mortalidad		286	4,68
Reclutamiento		130	0,13
Dinamismo		0,0241	2,41

Crecimiento promedio e incremento diamétrico periódico anual en diámetro

En cinco años se tuvo un crecimiento promedio en diámetro de $0,0137 \pm 0,0021$ m y un incremento periódico anual de $0,0027$ m año⁻¹. Las tres especies con mayor crecimiento e incremento promedio en diámetro son: *Critoniopsis pycnantha*, presenta $0,0341 \pm 0,0051$ m de crecimiento promedio diamétrico y un incremento periódico anual de $0,0068$ m año⁻¹; *Morella interrupta* con $0,0258 \pm 0,0039$ m y $0,0052$ m año⁻¹; y *Vallea stipularis*, con $0,0242 \pm 0,0036$ m y $0,0048$ m ha⁻¹ año⁻¹. *Meriania tomentosa* y *Myrsine sodiroana* presentaron un crecimiento e incremento de $0,0041 \pm 0,0006$ m con $0,0008$ m año⁻¹ y $0,0033 \pm 0,0007$ m con $0,0007$ m año⁻¹ respectivamente. En la Figura 3, se presenta las 10 especies con el mayor crecimiento promedio e incremento periódico anual en diámetro (Figura 3).

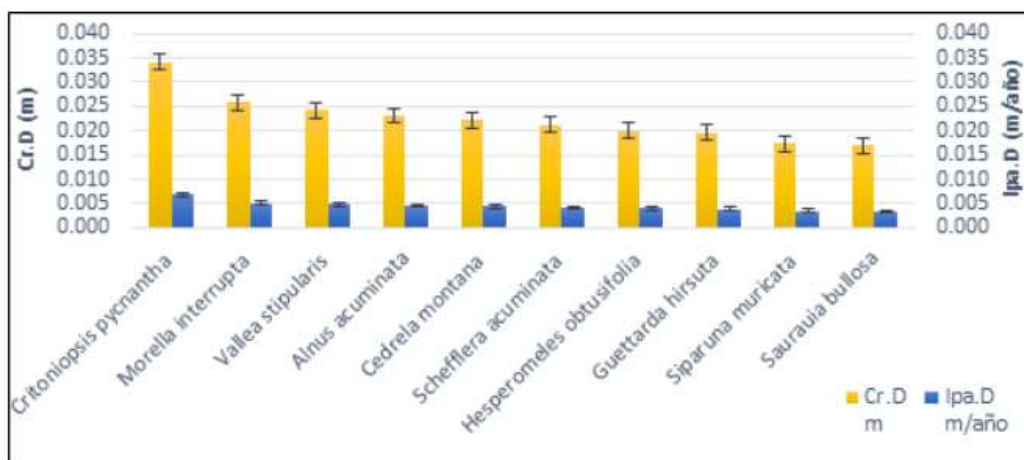


Figura 3. - Especies con mayor crecimiento promedio e incremento periódico anual en diámetro, período 2017-2022



Crecimiento promedio e incremento diamétrico periódico anual en altura

Las especies presentaron un crecimiento promedio en altura de $0,8 \pm 0,1$ m con un incremento periódico anual promedio de $0,17$ m año⁻¹. Las especies con mayor crecimiento promedio en altura es *Morella interrupta* que tiene un crecimiento promedio de $1,5 \pm 0,2$ m y un incremento periódico anual promedio de $0,30$ m año⁻¹, seguida de *Guettarda hirsuta* con un crecimiento promedio de $1,3 \pm 0,2$ m y un incremento periódico anual promedio de $0,27$ m año⁻¹ y *Alnus acuminata* con $1,3 \pm 0,2$ m y $0,26$ m año⁻¹ de crecimiento promedio e incremento periódico anual promedio respectivamente. En la Figura 4, se presentan las diez especies con mayor crecimiento promedio e incremento periódico anual en un periodo de cinco años (Figura 4).

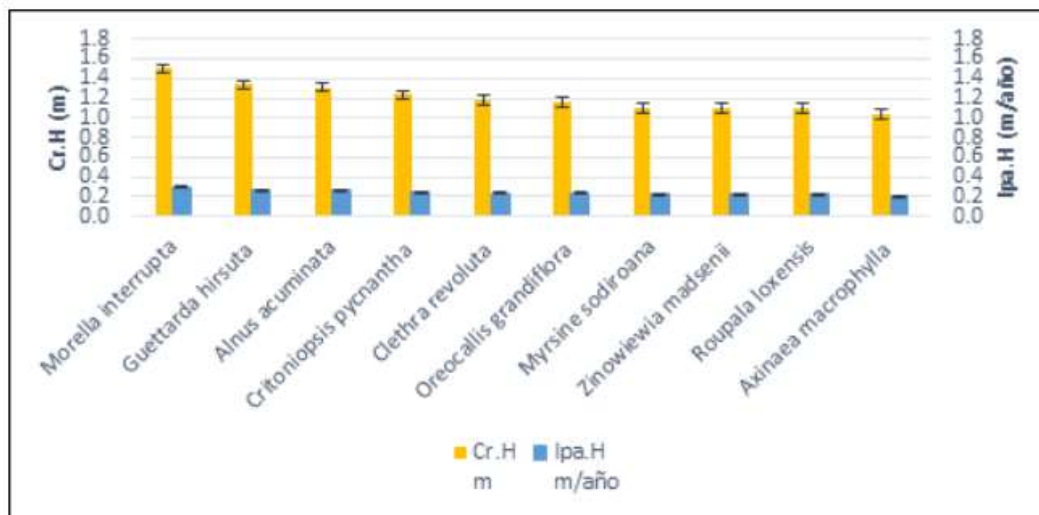


Figura 4. - Especies con mayor crecimiento promedio e incremento periódico anual en altura, período 2017-2022

Crecimiento promedio e incremento diamétrico periódico anual en área basal

Entre 2017 a 2022 las especies tuvieron un crecimiento promedio en área basal de $0,0028 \pm 0,0004$ m² y un incremento periódico anual promedio de $0,0006$ m² ha⁻¹ año⁻¹. Las tres especies con mayor crecimiento promedio e incremento en área basal son *Alnus acuminata* con 51 ind. ha⁻¹ presenta $0,0116 \pm 0,0018$ m² de crecimiento promedio en área basal y un incremento periódico anual de $0,0023$ m² ha⁻¹ año⁻¹, seguida de *Critoniopsis pycnantha*, con 6 ind. ha⁻¹, $0,0086 \pm 0,0013$ m² y $0,0017$ m² ha⁻¹ año⁻¹; y *Cedrela montana*, con 11 ind. ha⁻¹, $0,0073 \pm 0,0011$ m² y $0,0015$ m² ha⁻¹ año⁻¹. En cambio, *Meriania tomentosa* y *Monnina hirta* presentaron crecimiento e incremento bajos con valores de $0,0005 \pm 0,0001$ m² con $0,0001$ m²/ha/año y $0,0004 \pm 0,0001$ m² con $0,0001$ m² ha⁻¹ año⁻¹ respectivamente. En la Figura 5, se presenta las 10 especies con mayor crecimiento promedio e incremento periódico anual en área basal (Figura 5).



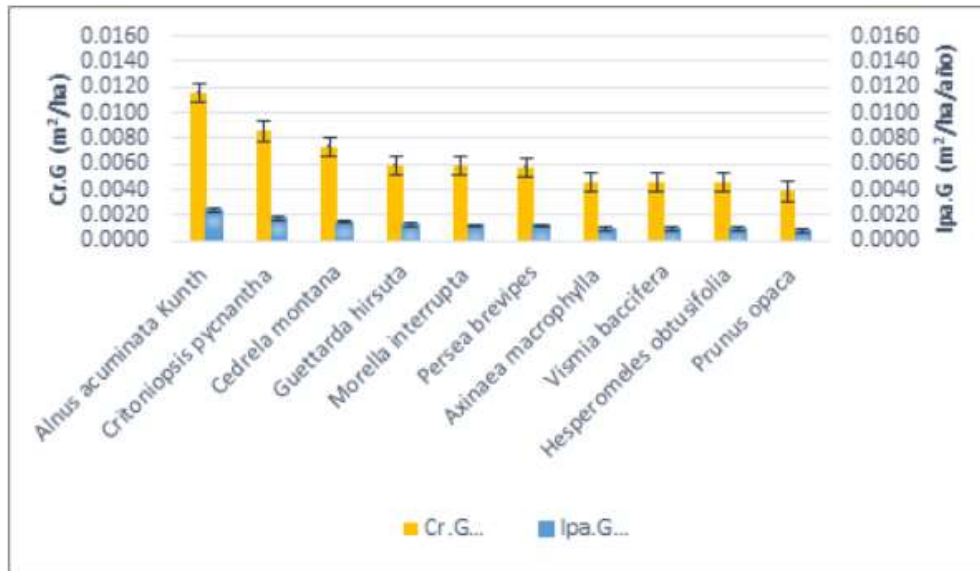


Figura 5. - Especies con mayor crecimiento promedio e incremento periódico anual en área basal, período 2017-2022

Crecimiento promedio e incremento diamétrico periódico anual en volumen

Las especies del bosque andino del PUFVC, durante un periodo de cinco años tuvieron un crecimiento promedio de volumen de $0,020 \pm 0,003 \text{ m}^3$ y un incremento periódico anual de $0,004 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. *Alnus acuminata* con 51 ind. ha^{-1} , tiene un crecimiento promedio de $0,137 \pm 0,021 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e incremento periódico anual de $0,027 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, seguida de *Cedrela montana* con 11 ind. ha^{-1} con un crecimiento de $0,057 \pm 0,009 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ e incremento periódico anual de $0,011 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y *Guettarda hirtusa* con 8 ind. ha^{-1} con $0,055 \pm 0,008 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y $0,011 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ de incremento periódico anual. Las especies con menor crecimiento volumétrico promedio son *Myrsine dependens* y *Monnina hirta* con 1 ind. ha^{-1} cada especie, dado un crecimiento de $0,003 \pm 0,0001 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y $0,002 \pm 0,0001 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ respectivamente (Figura 6).

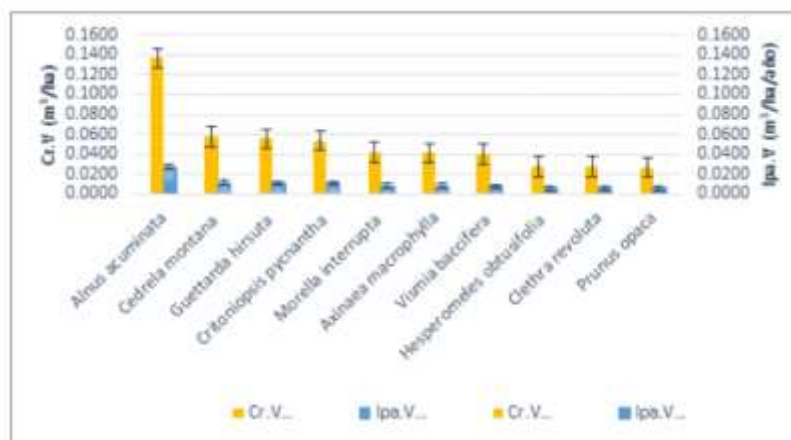


Figura 6. - Especies con mayor crecimiento promedio e incremento periódico anual en volumen, período 2017-2022



Crecimiento bruto periódico con y sin ingreso

En el año 2017 en la parcela permanente se registraron 1 370 ind. ha⁻¹ con un volumen de 77,57 m³ ha⁻¹, en el año 2022 se identificaron 1 214 ind. ha⁻¹, que suman un volumen de 93,26 m³ ha⁻¹ donde se incluye el volumen de 130 individuos reclutados (1,65 m³ ha⁻¹), se excluye el volumen de los 286 individuos muertos (10,99 m³ ha⁻¹). En la Tabla 3, se resume los valores obtenidos del crecimiento e incremento de las diferentes variables de la parcela permanente durante el periodo de evaluación de cinco años (Tabla 3).

Tabla 3. - Crecimiento promedio e incremento periódico anual de las variables dasométricas y volumétricas analizadas en la parcela permanente del PUFVC en el período 2017-2022

Parámetros	Valor obtenido	Unidad de medida
Crecimiento promedio en diámetro	0,0137 ± 0,0021	m ha ⁻¹
Crecimiento promedio en altura	0,8 ± 0,1	m ha ⁻¹
Crecimiento promedio en área basal	0,0028 ± 0,0004	m ² ha ⁻¹
Crecimiento promedio en volumen	0,020 ± 0,003	m ³ ha ⁻¹
Incremento periódico anual en diámetro	0,0027	m ha ⁻¹ año ⁻¹
Incremento periódico anual en altura	0,17	m ha ⁻¹ año ⁻¹
Incremento periódico anual en área basal	0,001	m ² ha ⁻¹ año ⁻¹
Incremento periódico anual en volumen	0,004	m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹
Crecimiento bruto del bosque con ingreso	26,68	m ³ ha ⁻¹
Crecimiento bruto del bosque sin ingreso	25,04	m ³ ha ⁻¹
Crecimiento bruto periódico anual del bosque con ingreso	5,34	m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹
Crecimiento bruto periódico anual del bosque sin ingreso	5,01	m ³ ha ⁻¹ año ⁻¹

DISCUSIÓN

Composición florística en la parcela permanente del bosque andino del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro"

En el año 2022, se registran 1 214 individuos ≥ 5 cm de DAP, correspondientes a 44 especies, 38 géneros y 29 familias, siendo las familias Rubiaceae, Urticaceae las más diversas y los géneros *Palicourea* y *Phenax* los más abundantes, datos similares a los reportados por Aguirre *et al.* (2021) que el bosque de Huashapamba en Saraguro en



una parcela permanente de una hectárea, es de 54 especies, 39 géneros y 27 familias; pero diferentes a estudios de dinámica poblacional en el bosque nublado de Cajanuma realizado por [Sánchez & Rosales \(2002\)](#), donde se registraron 2 080 individuos/ha, pertenecientes a 80 especies, 47 géneros y 30 familias. También los resultados de esta investigación son similares a [Aguirre et al. \(2021\)](#) que para el bosque andino de la parroquia Santiago, inventariaron los elementos leñosos mayores 5 cm de $D_{1,30}$ m, y reportan 1 793 individuos de 68 especies y 42 géneros en 33 familias, frente a estos estudios la composición florística del bosque andino del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro" es baja, debido posiblemente a que se trata de un remanente boscoso en recuperación.

Dinamismo con base al reclutamiento y mortalidad en la parcela permanente del bosque andino del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro"

La tasa de mortalidad (4,68 %) es mayor a la tasa de reclutamiento (0,13 %), debido a la muerte de individuos por deslizamiento del suelo, aplastamiento por la caída de árboles de gran tamaño y otros individuos que murieron; acontecimiento que altera la estructura y composición del bosque andino del PUFVC.

La mortalidad del componente leñoso del bosque andino del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro" en el lapso de cinco años es alta, según los 286 individuos muertos que corresponde a 4,68 %; este valor difiere de los resultados reportados por [Aguilar y Reynel \(2011\)](#) en el bosque nublado del Perú, en donde se obtuvo una tasa anual de mortalidad de 1,07 % y a los obtenidos por [González y Pardo \(2013\)](#) en El Padmi donde se registró una mortalidad de 60 individuos el cual representa el 1,6 % en un periodo de cuatro años.

En cuanto al reclutamiento (ingresos), se registraron 130 individuos que corresponden al 0,13 %, valor que difiere al reportado por [Aguilar y Reynel \(2011\)](#) en el bosque andino de Perú en una parcela permanente de una hectárea donde la tasa anual de reclutamiento fue de 2,94 % debido a que el área de estudio está sujeto a perturbaciones naturales y tiene alta capacidad de reclutamiento; diferente a lo que indican [González y Pardo \(2013\)](#) con un reclutamiento de 70 individuos en un periodo de cuatro años que representa el 1,9 %; así mismo [Monge et al. \(2012\)](#) obtuvo una tasa de reclutamiento de 1,87 % en un periodo de 19 años en el bosque húmedo tropical de Costa Rica.

La tasa anual de dinamismo del bosque en el periodo de cinco años es de 2,41 % anual, que es similar al obtenido por [Quezada \(2019\)](#) en el bosque nublado de Tapichalaca donde obtuvo un dinamismo de 0,0269 que representa el 2,69 % anual. Al mismo tiempo es similar al estudio realizado por [Sánchez y Rosales \(2002\)](#) que indican que el bosque de Cajanuma es altamente dinámico con tasas de cambio (mortalidad + reclutamiento) de 2,05 % anual. También tiene puntos en común con el estudio realizado por [González y Pardo \(2013\)](#) en la parcela Quebrada El Padmi, en el período 2008-2012 donde se registró un dinamismo de 2,5 % anual.

Crecimiento periódico anual de las especies en la parcela permanente del bosque andino del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro"

Al respecto existen datos reportados por [Aguirre et al. \(2016\)](#) de una parcela permanente de una hectárea en el bosque seco estacional de Algodonal, cantón Macará, provincia de Loja, donde se reporta un crecimiento promedio del diámetro de 1,63 cm ha^{-1} , en altura 2,33 m ha^{-1} , en área basal de 0,0065 m^2 ha^{-1} y volumétrico de 0,0683 m^3



ha⁻¹; resultado similar al de este estudio en cuanto a crecimiento diamétrico (1,4 cm ha⁻¹), área basal (0,003 m² ha⁻¹) y difiere en el crecimiento volumétrico (0,020 m³ ha⁻¹).

Las especies del bosque andino del PUFVC durante un periodo de cinco años tuvieron un crecimiento promedio en diámetro de 0,0137 ± 0,0021 y un incremento periódico anual de 0,0027 m ha⁻¹ año⁻¹. La especie con mayor crecimiento diamétrico promedio es *Critonipsis pycnantha*, seguida de *Morella interrupta* y *Vallea stipularis*, estos valores de incremento en diámetro se asemejan a los presentados por [Quezada \(2019\)](#), que reporta un incremento diamétrico promedio en el periodo de diez años de 0,0303 ± 0,0144 m ha⁻¹; sin embargo, las especies registradas difieren, tal es el caso de *Guarea pterorhachis* (0,005 ± 0,0248 m ha⁻¹), *Croton lechleri* (0,0534 ± 0,0448 m ha⁻¹) y *Aparisthmiun cordatum* (0,0528 ± 0,0353 m ha⁻¹), *Palicourea amethystina* (0,0159 ± 0,009 m ha⁻¹) muestra un crecimiento similar. Las especies que presentan mejor crecimiento al parecer se debe a que son especies de densidad baja de la madera. Mientras que *Myrsine sodiroana* es la especie con menor incremento diamétrico periódico anual (0,001 m año⁻¹) en el bosque andino del PUFVC, similar a los reportado por [Quezada \(2019\)](#) en Tapichalaca, donde también es una de las especies con menor incremento (0,018).

El componente leñoso del PUFVC muestra un crecimiento promedio en altura de 0,8 ± 0,1 m ha⁻¹, en área basal de 0,0028 ± 0,0004 m² ha⁻¹ y en volumen de 0,020 ± 0,003 m³ ha⁻¹; estos resultados difieren de los presentados por [González y Pardo \(2013\)](#) en la quinta experimental "El Padmi" donde reportan un crecimiento promedio en altura de 0,1965 m/año, área basal de 0,1403 cm² año⁻¹ y se asemejan en el crecimiento volumétrico (0,0130 m³ año⁻¹); difieren de los reportador por [Quezada \(2019\)](#) donde las especies forestales del bosque nublado de la reserva natural Tapichalaca en Zamora Chinchipe presentan un crecimiento en área basal de 0,0139 ± 0,0125 m² ha⁻¹ y en volumen de 0,1630 ± 0,1841 m³ ha⁻¹.

Incremento periódico anual de las especies en la parcela permanente del bosque andino del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro"

El componente leñoso del bosque andino presentó un incremento periódico anual en diámetro de 0,0027 m ha⁻¹ año⁻¹ y en área basal 0,001 m² ha⁻¹ año⁻¹, estos resultados son muy similares en diámetro, pero difieren en área basal a los reportados para el bosque andino nublado de la selva central del Perú ([Aguilar y Reynel, 2011](#)), quienes registraron un incremento diamétrico promedio en el periodo de tres años y siete meses de 0,37 cm año⁻¹ y un incremento de área basal de 3,42 m² ha⁻¹ año⁻¹.

El crecimiento bruto con y sin ingreso durante un período de cinco años del bosque andino del PUFVC obtenido es de 26,68 m³ ha⁻¹ y 25,04 m³ ha⁻¹ respectivamente, es similar a lo reportado por [Quezada \(2019\)](#) considerando un periodo de diez años en el bosque nublado en la Reserva Tapichalaca un crecimiento bruto con ingreso de 56,67 m³ ha⁻¹ y sin ingreso 47,77 m³ ha⁻¹.



CONCLUSIONES

El bosque andino del PUFVC, en un periodo de cinco años (2017- 2022) tiene una tasa de mortalidad de 4,68 %, un reclutamiento del 0,13 % con una tasa de dinamismo anual de 2,41.

El bosque andino tuvo un crecimiento bruto con ingreso de 26,68 m³ ha⁻¹, con un crecimiento bruto periódico anual con ingreso de 5,34 m³ ha⁻¹ año⁻¹; el crecimiento bruto del bosque sin ingresos son 25,04 m³ ha⁻¹, para un crecimiento bruto periódico anual del bosque sin ingreso de 5,01 m³ ha⁻¹ año⁻¹.

Los valores del volumen (112,71 m³ ha⁻¹) y el crecimiento bruto (26,68 m³ ha⁻¹) muestran que procesos funcionales relacionados al desarrollo de la masa forestal no han sido altamente perturbados.

Los bosques andinos de la hoya de Loja son dinámicos, hay más muertes que reclutamientos, tienen crecimiento uniforme y pero irregular entre especies esto debido a factores como la caída de árboles grandes, la topografía del terreno, deslizamientos en masa y la muerte natural de algunos individuos especialmente de las especies pioneras e intermedias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, M., & REYNEL, C. 2011. Dinámica forestal y regeneración en un bosque montano nublado de la selva central del Perú. Universidad Agraria La Molina, Lima-Peru. <https://doi.org/9789972973345>, <https://docplayer.es/42070351-Dinamica-forestal-y-regeneracion-en-un-bosque-montano-nublado-de-la-selva-central-del-peru.html>
- AGUIRRE, Z. H., CANGO, L., & QUIZHPE, W. 2021. Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso del bosque Huashapamba, Loja, Ecuador. Revista Cubana de Ciencias Forestales; vol. 9 no. 1, pp. 1-16. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692021000100001
- AGUIRRE, Z., ORELLANA, F., JARAMILLO, N., JAIME, P., WILSON, Q., & QUIZHPE, W. 2021. Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso en una parcela permanente en el bosque protector El Sayo, Loja, Ecuador. Ciencia Latina vol. 5 no. 3, pp. 3062-3080. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.506, <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/506>
- AGUIRRE, Z., REATEGUI, J., & ERAS, V. 2016. Dinámica de crecimiento de las especies leñosas en una parcela permanente de bosque seco en Loja, Ecuador. Araldoa, vol. 23 no. 1, pp. 235-246. https://www.researchgate.net/publication/360307941_DINAMICA_DE_CRECIMIENTO_DE_LAS_ESPECIES_FORESTALES_EN_UNA_PARCELA_PERMANENTE_EN_EL_BOSQUE_SECO_LA_CEIBA_ZAPOTILLO_LOJA_ECUADOR



- AGUIRRE, Z., YAGUANA, C., & GAONA. 2016. Parque Universitario Francisco Vivar Castro. Editorial Cosmos. Universidad Nacional de Loja.
- BUSSMANN, R. 2005. Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. *Revista Peruana de Biología*, 12, pp. 204-205. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-9332005000200006&script=sci_abstract
- CONDIT, R., ASHTON, P., MANOKARAN, N., LAFRANKIE, J., HUBBELL, S. P., & FOSTER, R. B. 1999. Dynamics of the forest communities at Pasoh and Barro Colorado: Comparing two 50-ha plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 354: pp. 1739-1748. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1692684/>
- JADÁN, O., TOLEDO, C., TEPÁN, B., CEDILLO, H., PERALTA, Á., ZEA, P., CASTRO, P., & VACA, C. 2017. Comunidades forestales en bosques secundarios alto-andinos Azuay, Ecuador. *Bosques*, vol. 38 no. 1, pp. 141-154. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002017000100015>, https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92002017000100015&script=sci_arttext
- MARIN, G. S., NYGARD, R., RIVAS, B. G., & ODEN, P. C. 2005. Stand dynamics and basal area change in a tropical dry forest reserve in Nicaragua. *Forest Ecology & Management*, 208, pp. 63-75. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112704008278>
- MONGE, R. Q., VARGAS, L. G., CHAVARRÍA, M. G., & UGALDE, M. C. 2012. Dinámica del crecimiento del bosque húmedo tropical, 19 años después de la cosecha bajo cuatro sistemas de aprovechamiento forestal en la Península de Osa, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, vol 25 no 5 pp. 55-66. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/474
- RESTREPO, I.C, ALDANA, A.M. & STEVENSON, P.R. 2016. Dinámica de bosques en diferentes escenarios de tala selectiva en el Magdalena medio (Colombia). *Colombia Forestal*, vol 19 no. 2, pp. 71-83. https://www.researchgate.net/publication/305772950_Dinamica_de_bosques_en_diferentes_escenarios_de_tala_selectiva_en_el_magdalena_medio_colombia
- TORRES, A. M., ADARVE, J. B., CÁRDENAS, M., VARGAS, J. A., LONDOÑO, V., RIVERA, K., HOME, J., DUQUE, L., Y GONZÁLEZ, Á. M. 2012. Dinámica sucesional de un fragmento de bosque seco tropical del Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana*, vol 13 no2, pp. 221-239. https://www.researchgate.net/publication/281969852_Dinamica_sucesional_de_un_fragmento_de_bosque_seco_tropical_del_Valle_del_Cauca_Colombia



Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Zhofre Huberto Aguirre Mendoza: Concepción de la idea, confección de instrumentos, análisis estadístico, confección de tablas, figuras, asesoramiento general por la temática abordada, revisión y versión final del artículo, coordinador de la autoría, traducción de términos o información obtenida, revisión de la aplicación de la norma bibliográfica aplicada.

Jhulissa Merchan Granda: Búsqueda y revisión de literatura, aplicación de instrumentos, recopilación de la información resultado de los instrumentos aplicados, confección de base de datos, análisis estadístico, confección de tablas, gráficos e imágenes, confección de base de datos, redacción del original (primera versión), traducción de términos o información obtenida.

Gretel Geada López: Asesoramiento general por la temática abordada, corrección del artículo.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.
Copyright (c) 2022 Zhofre Huberto Aguirre Mendoza, Jhulissa Patricia Merchán Granda, Gretel Geada López

