

Revista Cubana de Ciencias Forestales

CFORES

Volumen 9, número 2; 2021

Sucesión de especies vegetales leñosas bajo una plantación de *Eucalyptus globulus* Labill., en la hoya de Loja, Ecuador

Succession of woody plant species under the *Eucalyptus globulus* Labill plantation, on Loja valley, Ecuador

Sucessão de espécies de plantas lenhosas sob uma plantação de *Eucalyptus globulus* Labill., na Hoya de Loja, Equador

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

Francis Espinoza Ami¹  <https://orcid.org/0000-0001-8021-0902>

Nelson Jaramillo Díaz¹  <https://orcid.org/0000-0002-9715-5863>

Jaime Peña Tamayo¹  <https://orcid.org/0000-0003-2887-2540>

¹Universidad Nacional de Loja. Ecuador.

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

Recibido: 01/01/2021.

Aprobado: 23/06/2021.

RESUMEN

La dinámica de los ecosistemas se basa en los procesos sucesionales que se dan luego de alteraciones antrópicas y naturales. Se estudió la sucesión de especies vegetales leñosas nativas bajo una plantación de *Eucalyptus globulus* en Loja, Ecuador; con el objetivo de determinar la composición florística y monitorear la regeneración natural. Se establecieron cinco parcelas permanentes de 20 m x 20 m para investigar latizales, se anidaron cinco subparcelas de 5 m x 5 m para brinzales y cinco subparcelas de 1 m x 1 m para plántulas. Se midió altura y diámetro basal al inicio del experimento y a los 12



meses. Se determinó la composición florística y parámetros estructurales en el primer momento de muestreo; con los datos de la segunda medición se evaluó la sobrevivencia y crecimiento. Se analizó la influencia de las variables ambientales: profundidad del suelo, pendiente y luminosidad sobre la diversidad florística y abundancia de la regeneración natural. Se registraron 28 especies dentro de 24 géneros y 21 familias. Las especies abundantes y con mayor IVI son: *Solanum aphyodendron* (plántulas), *Miconia obscura* (brinjal) y *Viburnum triphyllum* (latizal). Las plántulas tienen mayor sobrevivencia (100 %) y los brinzales menor sobrevivencia (88,55 %). El mayor crecimiento en altura presenta *Viburnum triphyllum* (plántulas), *Verbesina arborea* (brinjal) e *Inga acreana* (latizal). En diámetro basal domina *Solanum aphyodendron* (plántulas), *Alnus acuminata* (brinjal) y *Critoniopsis pycnantha* (latizal). La diversidad florística presente en los latizales se correlaciona con las variables ambientales, en las plántulas y brinzales no se evidencia relación significativa.

Palabras clave: Dinámica sucesional; Regeneración natural; Diversidad florística; Variables ambientales; Plantación forestal.

ABSTRACT

Ecosystem dynamics is based on successional processes that occur after anthropic and natural disturbances. The succession of native woody plant species was studied under a plantation of *Eucalyptus globulus* in Loja, Ecuador; with the objective of determining the floristic composition and monitoring natural regeneration. Five permanent plots of 20 m x 20 m were established to investigate latizales, five subplots of 5 m x 5 m were nested for saplings and five subplots of 1 m x 1 m for seedlings. Height and basal diameter were measured at the beginning of the experiment and at 12 months. Floristic composition and structural parameters were determined at the first sampling time; with the data from the second measurement, survival and growth were evaluated. The influence of the environmental variables: soil depth, slope and luminosity on the floristic diversity and abundance of natural regeneration were analyzed. Twenty-eight species within 24 genera and 21 families were recorded. The abundant species with the highest IVI are: *Solanum aphyodendron* (seedlings), *Miconia obscura* (sapling) and *Viburnum triphyllum* (latizal). Seedlings have a higher survival rate (100 %) and saplings have a lower survival rate (88.55 %). *Viburnum triphyllum* (seedlings), *Verbesina arborea* (saplings) and *Inga acreana* (grassland) showed the highest growth in height. Basal diameter is dominated by *Solanum aphyodendron* (seedlings), *Alnus acuminata* (saplings) and *Critoniopsis pycnantha* (latizal). The floristic diversity present in the latizales correlates with the environmental variables, in the seedlings and saplings there is no significant relationship.

Keywords: Successional dynamics; Natural regeneration; Floristic diversity; Environmental variables; Forest plantation.

RESUMO

A dinâmica dos ecossistemas é baseada em processos sucessionais que ocorrem após distúrbios antropogênicos e naturais. Estudamos a sucessão de espécies de plantas lenhosas nativas sob uma plantação de *Eucalyptus globulus* em Loja, Equador, com o objetivo de determinar a composição florística e monitorar a regeneração natural. Cinco parcelas permanentes de 20 m x 20 m foram estabelecidas para investigar latizales, 5 subquadrantes de 5 m x 5 m foram aninhados para mudas e 5 subquadrantes de 1 m x 1 m para mudas. A altura e o diâmetro basal foram medidos no início da experiência e



após 12 meses. A composição florística e os parâmetros estruturais foram determinados na primeira amostragem; com os dados da segunda medição, a sobrevivência e o crescimento foram avaliados. Foi analisada a influência das variáveis ambientais: profundidade do solo, inclinação e luminosidade na diversidade florística e abundância da regeneração natural. Vinte e oito espécies dentro de 24 gêneros e 21 famílias foram registradas. As espécies abundantes com a IVI mais alta são: *Solanum aphyodendron* (plântulas), *Miconia obscura* (brinjal) e *Viburnum triphyllum* (latizal). As mudas têm maior sobrevivência (100 %) e os brinzais têm menor sobrevivência (88,55 %). *Viburnum triphyllum* (plântulas), *Verbesina arborea* (brinjal) e *Inga acreana* (latizal) apresentaram o maior crescimento em altura. O diâmetro basal é dominado por *Solanum aphyodendron* (plântulas), *Alnus acuminata* (brinjal) e *Critoniopsis pycnantha* (latizal). A diversidade florística presente nos latizales se correlaciona com as variáveis ambientais, nas mudas e nas plântulas não há relação significativa.

Palavras-chave: Dinâmica sucessória; Regeneração natural; Diversidade florística; Variáveis ambientais; Plantação florestal.

INTRODUCCIÓN

En los últimos 50 años, se han transformado los ecosistemas naturales, que ha causado fuertes presiones sobre los atributos biológicos que caracterizan a estos ecosistemas, como la diversidad, composición florística, densidad y crecimiento de las masas forestales. Este proceso destructivo se da en todos los ecosistemas del Ecuador, causado por la conversión de uso del suelo, deforestación, sobreexplotación de recursos, incendios forestales, obras de infraestructura y minería (Aguirre y Weber, 2008).

El bosque andino en Ecuador es considerado entre los sistemas biológicos más diversos y complejos de la biosfera; y, además, de mucho valor para la humanidad, debido a que provee bienes y servicios que suplen las necesidades de las sociedades que allí habitan, proveen frutos, madera, leña, fibras, medicinas, caza de animales silvestres, regulación del clima y agua (Tobón, 2009; Young, 2006; Beck et al., 2008).

La dinámica de los ecosistemas andinos se basa en aspectos como el crecimiento de las especies y su supervivencia, los procesos sucesionales que se dan luego de alteraciones antrópicas y la respuesta fenológica de éstas a factores exógenos (Aguirre et al., 2014). Asimismo, el entendimiento de la dinámica de un bosque y de sus especies involucra el conocimiento de atributos que incluyen el crecimiento de los árboles y su dinámica poblacional, las cuales dependen tanto de factores ambientales como de las características propias de las especies. Igualmente, las tasas de crecimiento de árboles varían a través de gradientes ambientales, lo cual es crítico para entender el problema de la distribución y abundancia de las especies (Smith y Smith, 2007).

El estudio de la dinámica sucesional se fundamenta en la descripción de la estructura y composición de una determinada superficie de bosque y en el análisis de los cambios que experimenta en el tiempo (Aguirre et al., 2014). Además, es el único método que permite conocer directamente las tasas de reclutamiento y de mortalidad de cada especie y los cambios netos en la estructura y composición de un bosque durante el período de estudio.



Con respecto a los bosques plantados de la región sur de Ecuador, se ha demostrado que bajo estos ecosistemas se establecen diversas especies vegetales nativas (Aguirre *et al.*, 2016). Sin embargo, es poco lo que se conoce sobre las tasas de crecimiento e índices de supervivencia de esas especies del sotobosque de dichos ecosistemas. Por otro lado, la escasa información disponible sobre tales especies se encuentra dispersa y es poco asequible como conocimiento científico (MAE y FAO, 2014).

Ante esta escasez de información se hace necesario el desarrollo de investigaciones sobre dinámica sucesional en zonas que hayan sido alteradas por el establecimiento de plantaciones con especies exóticas, por la agricultura intensiva y, las que han sido abandonadas luego de procesos productivos. Esta información aportaría conocimiento para la planificación de proyectos con el uso de especies adecuadas que garanticen la sustentabilidad de la producción forestal.

Bajo este contexto y con la finalidad de generar información científica sobre la dinámica sucesional bajo las plantaciones de eucalipto en los andes de Ecuador, y en especial de la región sur, se ejecutó esta investigación; la cual permitió identificar y conocer aspectos de la dinámica sucesional de las especies vegetales leñosas nativas del sotobosque de una plantación de *Eucalyptus globulus* establecida en el Parque Universitario "Francisco Vivar Castro" en la provincia de Loja, Ecuador. El objetivo de este estudio fue determinar la composición florística de la sucesión natural y el crecimiento en diámetro y altura de las especies vegetales leñosas bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* Labill que genere bases para el manejo de estos ecosistemas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó en una plantación de *Eucalyptus globulus* Labill (7,50 ha) ubicada en el Parque Universitario "Francisco Vivar Castro" (PUFVC), propiedad de la Universidad Nacional de Loja (Figura 1), ubicado en la parroquia San Sebastián, cantón Loja, provincia de Loja. Ubicado en un rango altitudinal de 2 130 - 2 520 m s.n.m., tiene una superficie de 99,13 ha, entre las coordenadas UTM: 700 592 9 554 223 N, 700 970 9 553 139 S, 701 309 9 553 171 E y 699 961 9 554 049 W (Aguirre *et al.*, 2016).



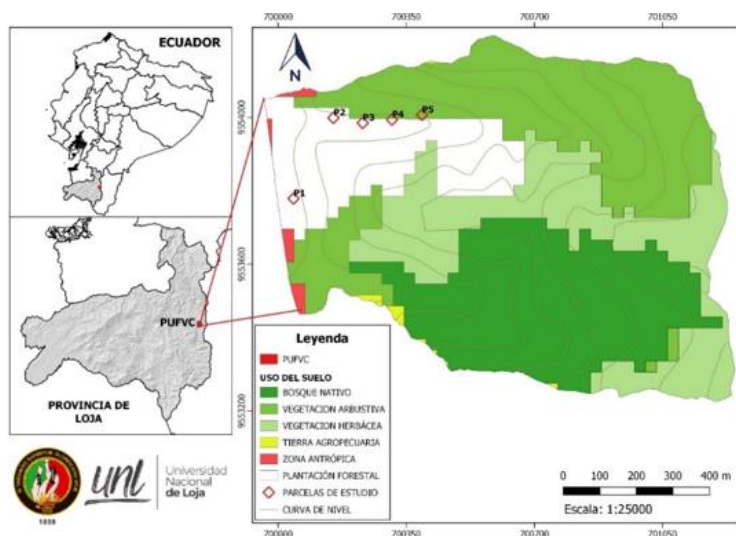


Figura 1. - Ubicación del área de estudio dentro del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro" en la provincia de Loja, Ecuador

Unidad de muestreo y registro de la regeneración natural

Se instalaron cinco parcelas permanentes de 20 m x 20 m (400 m²) bajo la plantación de *Eucalyptus globulus*, separadas sistemáticamente a 100 metros una de otra. Para el estudio de la regeneración natural se utilizó las categorías propuestas por **Orozco y Brumer (2002)** que son: Plántulas: individuos d" 30 cm altura; Brinzal: individuos > a 30 cm y > 1,50 m altura; Latizal: individuos > a 1,50 m altura y ≤ a 10 cm de diámetro.

El registro de latizales se hizo en las parcelas permanentes de 20 m x 20 m, en cada una de estas parcelas se anidaron cinco subparcelas de 5 m x 5 m (25 m²) para brinzales; y, dentro de cada subparcela (25 m²) se anidó una subparcela de 1 m² para contabilizar las plántulas (Figura 2). Se midió la altura y el diámetro basal de cada individuo de las categorías de regeneración natural en dos momentos de muestreo: agosto de 2019 y agosto de 2020.

Cada individuo dentro de cada parcela fue etiquetado con una placa de plástico color amarillo, con el fin de realizar el monitoreo de la sobrevivencia y el crecimiento de las especies, siguiendo la metodología sugerida por **Aguirre (2019)**.



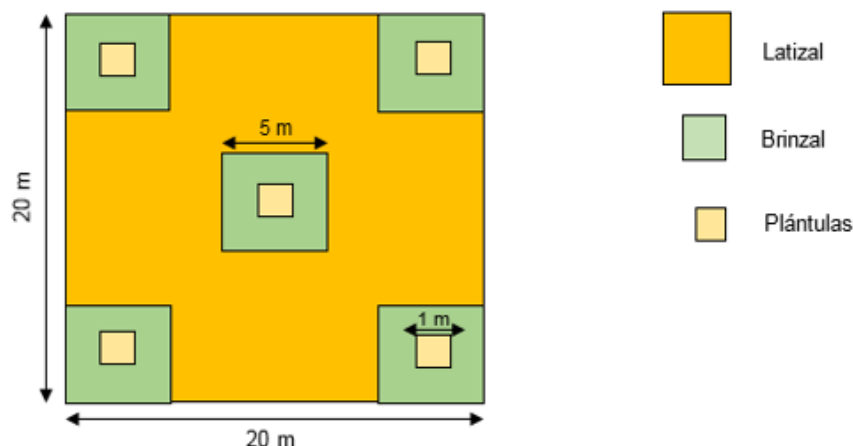


Figura 2. - Diseño de las parcelas permanentes de muestreo y subparcelas para el estudio de la regeneración natural bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador

Análisis de datos

Con los datos iniciales de muestreo se determinó la diversidad y composición florística por cada categoría de regeneración natural y se realizó una prueba de t para ver diferencias en la composición florística de las categorías de regeneración natural. Además, se calcularon los parámetros estructurales de la vegetación: densidad relativa, frecuencia relativa e índice de valor de importancia. Para el segundo momento se estimó la sobrevivencia de cada una de las especies registradas al final del periodo de estudio (nueve meses). Además, para cada especie, dentro de cada parcela permanente, se realizó en cálculo el crecimiento en altura y crecimiento en diámetro. Estos análisis en cada especie se obtuvieron para cada categoría de regeneración natural. Para los cálculos se aplicaron las fórmulas sugeridas por Aguirre (2019) (Tabla 1).

Tabla 1. - Fórmulas para la obtención de los parámetros de análisis de la sucesión bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador

Parámetro	Fórmula
Densidad relativa (%)	$DR = \left(\frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Número total de individuos}} \right) * 100$
Frecuencia relativa (%)	$FR = \left(\frac{\text{Número de parcelas en la que está la especie}}{\text{Sumatoria de la frecuencia de todas las especies}} \right) * 100$
Índice de valor de importancia simplificado (%)	$IVI = \frac{DR + FR}{2}$
Sobrevivencia (%)	$Sobrevivencia = \left(\frac{N^{\circ} \text{ de individuos vivos al final del periodo}}{N^{\circ} \text{ de individuos vivos al inicio del periodo}} \right) * 100$
Crecimiento en altura (m)	$CrH = Hf - Hi$
Crecimiento en diámetro (cm)	$Cr d = df - di$



Influencia de variables ambientales sobre la regeneración natural

Se registraron tres variables ambientales en el área bajo la plantación de eucalipto, con el fin de evaluar su relación con la abundancia y diversidad florística de la regeneración natural en cada una de las categorías. La luminosidad se midió utilizando fotografías hemisféricas del dosel para determinar el porcentaje de luminosidad que ingresa al sotobosque de la plantación de eucalipto; se empleó una cámara marca Canon SX 30 IS con el modo ojo de pez 180°, el cual ayuda a obtener un mejor realce de las fotografías. La pendiente usando un clinómetro tomando la medida en porcentaje (%), los datos se registraron por cada parcela permanente. Y la profundidad de suelo (horizonte O) se midió con una cinta métrica en cada subparcela, con la finalidad de calcular un valor promedio para cada parcela permanente. Con los datos colectados se realizó el análisis de correlación de Pearson y análisis de componentes principales (PCA) con el programa estadístico InfoStat y R, separado por cada una de las categorías de regeneración para ver la influencia de las variables sobre la composición florística y abundancia.

RESULTADOS

Composición florística de la regeneración natural por categoría

Se registraron 28 especies dentro de 24 géneros y 21 familias, de éstas 15 son árboles y 13 arbustos (Anexo 1). Del muestreo bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* se registraron 434 individuos producto de la regeneración natural. La categoría latizal tiene mayor cantidad de individuos (294) pertenecientes a 25 especies, la categoría brinzal posee 131 individuos de 18 especies y las plántulas nueve individuos dentro de cuatro especies. Las especies representativas en la categoría latizal son *Viburnum triphyllum*, *Alnus acuminata* y *Miconia obscura*; en la categoría brinzal son *Miconia obscura* y *Viburnum triphyllum*, mientras que *Solanum aphyodendron* en la categoría plántulas (Tabla 2). La prueba t-student determinó que las tres categorías de regeneración natural son estadísticamente iguales, no se evidenció diferencias significativas en lo que respecta a la composición florística (Tabla 3).

Tabla 2. - Número de individuos por especie y categoría de regeneración natural que se regeneran bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador

Especie	Familia	Categoría de regeneración natural		
		Latizal	Brinzal	Plántulas
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	27	8	0
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	Clethraceae	1	1	0
<i>Clusia latipes</i> Planch. & Triana	Clusiaceae	4	2	0
<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H. Rob.	Asteraceae	1	0	0
<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	Bignoniaceae	1	0	0



<i>Frangula granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Grubov	Rhamnaceae	4	2	0
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	Rosaceae	2	0	0
<i>Inga acreana</i> Harms	Fabaceae	3	0	0
<i>Mauria heterophylla</i> Kunth	Anacardiaceae	1	0	0
<i>Miconia lutescens</i> (Bonpl.) DC.	Melastomataceae	5	0	0
<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	Melastomataceae	27	29	0
<i>Morus insignis</i> Bureau	Moraceae	2	0	0
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	11	3	0
<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	4	4	0
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	Araliaceae	1	15	1
<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.		0	1	0
<i>Palicourea</i> sp.	Rubiaceae	0	1	0
<i>Piper barbatum</i> Kunth	Piperaceae	26	16	2
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	Rosaceae	3	8	0
<i>Roupala monosperma</i> (Ruiz & Pav.) I.M. Johnst.	Proteaceae	2	0	0
<i>Saurauia bullosa</i> Wawra	Actinidaceae	0	2	0
<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	Actinidaceae	2	2	0
<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp	Solanaceae	16	10	4
<i>Solanum cutervanum</i> Zahlbr.	Solanaceae	8	1	0
<i>Tibouchina lepidota</i> (Bonpl.) Baill.	Melastomataceae	2	0	0
<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	Boraginaceae	2	0	0
<i>Verbesina arborea</i> Kunth	Asteraceae	23	6	0
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Adoxaceae	116	20	2
Total		294	131	9



Tabla 3. - Prueba t-student para muestras independientes de la composición florística de la regeneración natural bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador

Variable	Comparación	n	n	Media	Media	T	p-valor	prueba
	(1) vs (2)	(1)	(2)	(1)	(2)			
Composición	Brinzal vs	18	25	7,28	11,76	-	0,3821	Bilateral
Florística	Latizal					0,89		
	Brinzal vs	18	4	7,28	2,25	2,54	0,0195	Bilateral
	Plántulas							
	Latizal vs	25	4	11,76	2,25	2,01	0,0560	Bilateral
	Plántulas							

Parámetros estructurales de la regeneración natural

En la categoría plántulas, la especie abundante y con mayor IVI es *Solanum aphyodendron*; las especies frecuentes son *Solanum aphyodendron* y *Viburnum triphyllum* (Tabla 4).

Tabla 4. - Parámetros estructurales de la categoría de regeneración plántulas bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador

Especie	Familia	D	DR (%)	F	FR (%)	IVI (%)
		Ind/ha				
<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp	Solanaceae	20	44,44	2	33,33	38,89
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Adoxaceae	10	22,22	2	33,33	27,78
<i>Piper barbatum</i> Kunth	Piperaceae	10	22,22	1	16,67	19,44
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	Araliaceae	5	11,11	1	16,67	13,89
Total		45	100,00	6	100,00	100,00

Densidad (D); Densidad relativa (DR); Frecuencia (F); Frecuencia relativa (FR); Índice de valor de importancia (IVI)

La Tabla 5 muestra los parámetros estructurales de las diez principales especies de la categoría brinzal bajo la plantación de *Eucalyptus globulus*, en base al mayor índice de valor de importancia (IVI). Las especies con mayor IVI son: *Miconia obscura*, *Viburnum triphyllum* y *Oreopanax rosei* (Tabla 5).



Tabla 5. - Parámetros estructurales de la categoría de regeneración brinzal bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador

Especie	Familia	D Ind/ha	DR (%)	F	FR (%)	IVI (%)
<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	Melastomataceae	145	22,14	4	9,76	15,95
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Adoxaceae	100	15,27	4	9,76	12,51
<i>Oreopanax rosei</i> Harms	Araliaceae	75	11,45	5	12,20	11,82
<i>Piper barbatum</i> Kunth	Piperaceae	80	12,21	3	7,32	9,77
<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	20	3,05	4	9,76	6,40
<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp	Solanaceae	50	7,63	2	4,88	6,26
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	40	6,11	2	4,88	5,49
<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	Rosaceae	40	6,11	2	4,88	5,49
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	15	2,29	3	7,32	4,80
<i>Verbesina arborea</i> Kunth	Asteraceae	30	4,58	2	4,88	4,73

Densidad (D); Densidad relativa (DR); Frecuencia (F); Frecuencia relativa (FR); Índice de valor de importancia (IVI)

En la Tabla 6, se presenta los parámetros estructurales de las diez principales especies de la categoría latizal bajo la plantación de *Eucalyptus globulus*, en base al mayor índice de valor de importancia (IVI). Las especies con mayor IVI son: *Viburnum triphyllum*, *Piper barbatum* y *Verbesina arborea* (Tabla 6).

Tabla 6. - Parámetros estructurales de la categoría de regeneración latizal bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador

Especie	Familia	D Ind/ha	DR (%)	F	FR (%)	IVI (%)
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Adoxaceae	580	39,46	5	8,62	24,04
<i>Piper barbatum</i> Kunth	Piperaceae	130	8,84	5	8,62	8,73
<i>Verbesina arborea</i> Kunth	Asteraceae	115	7,82	5	8,62	8,22
<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	Melastomataceae	135	9,18	4	6,90	8,04
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae	135	9,18	3	5,17	7,18
<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp	Solanaceae	80	5,44	4	6,90	6,17
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	55	3,74	4	6,90	5,32
<i>Frangula granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Grubov	Rhamnaceae	20	1,36	3	5,17	3,27
<i>Solanum cutervanum</i> Zahlbr.	Solanaceae	40	2,72	2	3,45	3,08
<i>Miconia lutescens</i> (Bonpl.) DC.	Melastomataceae	25	1,70	2	3,45	2,57

Densidad (D); Densidad relativa (DR); Frecuencia (F); Frecuencia relativa (FR); Índice de valor de importancia (IVI)

Sobrevivencia de la regeneración natural

Bajo la plantación de *Eucalyptus globulus*, la sobrevivencia general de la regeneración natural fue de 91,94 % que corresponde a 399 individuos. Por su parte, la categoría



plántulas registró 100 % de sobrevivencia, seguida de la categoría latizal con 93,20 %; y la categoría brinzal tuvo el 88,55 % (Figura 3).

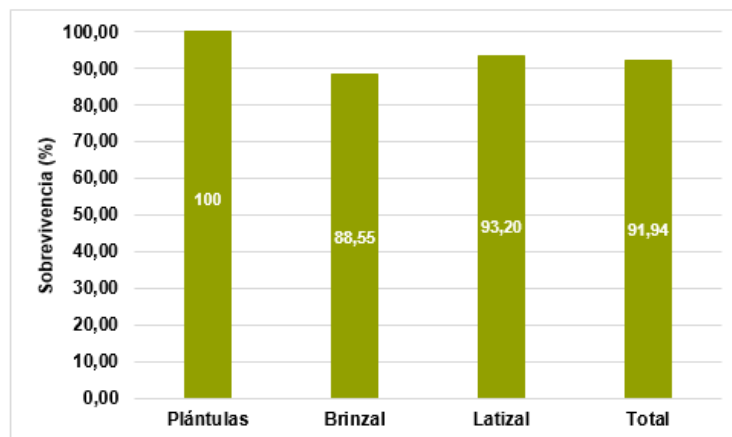


Figura 3. - Sobrevivencia de la regeneración natural bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador

Crecimiento de la regeneración natural

En la Figura 4, se muestra el crecimiento promedio en altura y diámetro de la regeneración natural bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro" (Figura 4).

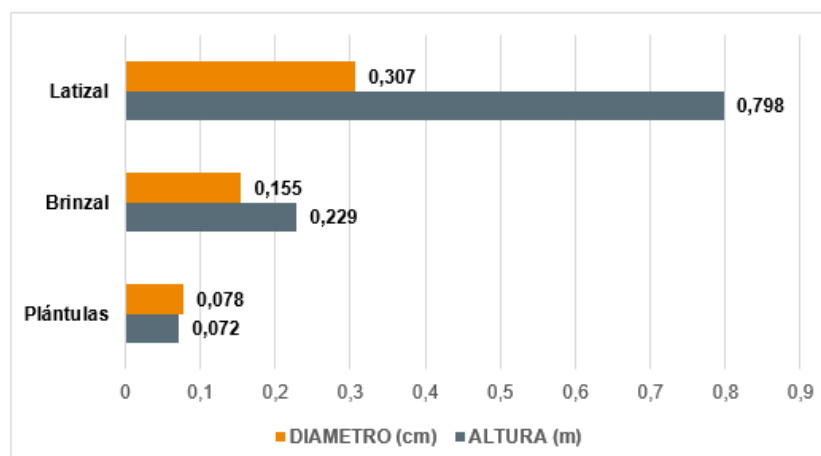


Figura 4. - Crecimiento de la regeneración natural bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador

Las especies con mayor crecimiento promedio en altura son: *Viburnum triphyllum* (plántulas); *Verbesina cf. arborea* y *Alnus acuminata* (brinzal); *Inga acreana*, *Morus insignis* y *Critoniopsis pycnantha* (latizal); mientras que las especies con mayor crecimiento promedio en diámetro son: *Solanum aphyodendron* (plántulas); *Alnus acuminata*, *Verbesina cf. arborea* y *Clethra fimbriata* (brinzal); *Critoniopsis pycnantha*, *Tournefortia fuliginosa* y *Morus insignis* (latizal).



Influencia de las variables ambientales

Respecto al análisis de correlación ($\alpha = 0,05$) entre las variables ambientales y la regeneración natural, considerando el número de individuos y especies; en la categoría plántulas se determinó relaciones de tendencia positiva y negativa (Tabla 7).

De acuerdo al análisis de componentes principales, en la categoría plántulas se encontró una fuerte correlación entre la pendiente y la luminosidad ($r = 0,68$, p -valor = $1,7E-04$), mientras que la profundidad del suelo no tuvo relación con la luminosidad ($r = 2,3E-03$, p -valor = $0,99$). La variable de profundidad del suelo agrupó a la mayoría de plántulas. El número de individuos y de especies se reflejan en mayor grado en la dimensión 2 y no tienen relación significativa con las variables ambientales (Tabla 7 y Figura 5).

Tabla 7. - Matriz de correlación de Pearson entre las variables ambientales y la regeneración natural en la categoría plántulas bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador

Variables	Número de individuos	Número de especies	Profundidad horizonte O	Pendiente	Luminosidad
Número de individuos		< 0,001	0,37	0,72	0,31
Número de especies	0,86		0,07	0,89	0,69
Profundidad horizonte O	-0,19	-0,37		0,13	0,99
Pendiente	0,08	-0,03	0,31		< 0,001
Luminosidad	0,21	0,08	0,002	0,68	

*Los valores que se encuentran abajo de la diagonal representan el coeficiente de correlación, los valores arriba de la diagonal indican el p -valor. Los valores en negrita indican una correlación significativa.



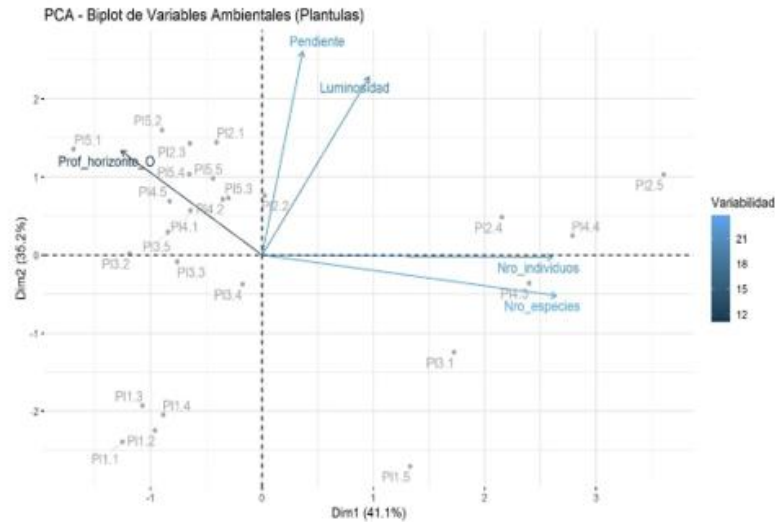


Figura 5. - Análisis de componentes principales PCA (Biplot) de las variables ambientales sobre la regeneración natural en la categoría plántulas bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador

En la categoría brinzal, el análisis de correlación ($\alpha = 0,05$) entre las variables mostró relaciones de tendencia positiva y negativa. La luminosidad mostró una alta correlación con la pendiente ($r = 0,68$, $p\text{-valor} = 1,7E-04$), mientras que la profundidad de suelo presentó baja correlación con la pendiente ($r = 0,31$, $p\text{-valor} = 0,13$) y ninguna relación con la luminosidad ($r = 2,3E-03$, $p\text{-valor} = 0,99$). Las variables de luminosidad, pendiente y profundidad del suelo separan a la mayoría de brinzales de las parcelas 2, 3, 4, 5, de los brinzales de la parcela uno. El número de especies tuvo una baja correlación con la pendiente ($r = 0,27$, $p\text{-valor} = 0,19$) y la luminosidad ($r = 0,22$, $p\text{-valor} = 0,29$), mientras que el número de individuos no tiene relación con las variables ambientales; de igual manera se observó una correlación negativa con la profundidad del suelo ($r = -0,30$, $p\text{-valor} = 0,15$). Esto es confirmado con la matriz de correlación (Tabla 8) y el análisis de componentes principales de la Figura 6 (Figura 6).



Tabla 8. - Matriz de correlación de Pearson entre las variables ambientales y la regeneración natural en la categoría brinzal bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador

Variables	Número de individuos	Número de especies	Profundidad horizonte O	Pendiente	Luminosidad
Número de individuos		0,00021	0,15	0,88	0,83
Número de especies	0,68		0,42	0,19	0,29
Profundidad horizonte O	-0,30	-0,17		0,13	0,99
Pendiente	-0,03	0,27	0,31		0,0017
Luminosidad	0,04	0,22	0,0023	0,68	

*Los valores que se encuentran abajo de la diagonal representan el coeficiente de correlación, los valores arriba de la diagonal indican el p-valor. Los valores en negrita indican una correlación significativa.

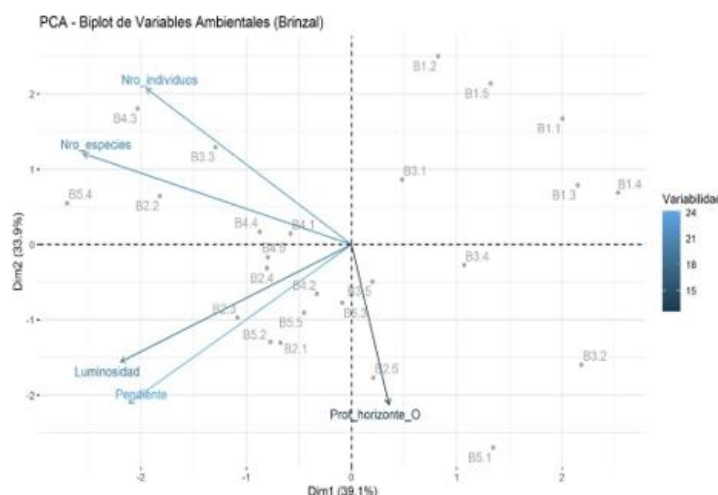


Figura 6. - Análisis de componentes principales PCA (Biplot) de las variables ambientales sobre la regeneración natural en la categoría brinzal bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* en Loja, Ecuador

En la Tabla 9, se muestra el análisis de correlación ($\alpha = 0,05$) entre las variables ambientales y la regeneración natural en la categoría latizal, considerando el número de individuos y especies. Por su parte, el análisis de componentes principales determinó una fuerte correlación entre las variables ambientales y el número de especies ($r = 0,85$; $r = 0,79$; $r = 0,66$), mientras que el número de individuos presentó una fuerte correlación negativa con las variables ambientales y el número de especies. Las variables de luminosidad, pendiente y profundidad del suelo separan a los latizales de las parcelas 2, 3, 4, 5, de los latizales de la parcela uno. La variable pendiente mostró una alta correlación con la luminosidad ($r = 0,73$, p-valor = 0,16) y la profundidad del suelo ($r =$



0,74, p-valor = 0,15); por otro lado, la luminosidad y la profundidad del suelo tuvieron una baja correlación ($r = 0,32$, p-valor = 0,60) (Tabla 9 y Figura 7).

Tabla 9. - Matriz de correlación de Pearson entre las variables ambientales y la regeneración natural en la categoría latizal bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador

Variables	Número de individuos	Número de especies	Profundidad horizonte O
Número de individuos		0,04	0,17
Número de especies	-0,89		0,22
Profundidad horizonte O	-0,72	0,66	
Pendiente	-0,63	0,79	0,74
Luminosidad	-0,74	0,85	0,32

*Los valores que se encuentran abajo de la diagonal representan el coeficiente de correlación, los valores arriba de la diagonal indican el p-valor. Los valores en negrita indican una correlación significativa.

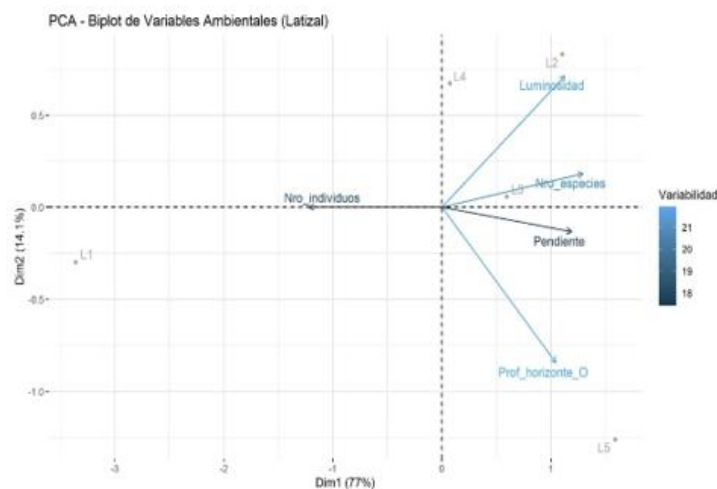


Figura 7. - Análisis de componentes principales PCA (Biplot) de las variables ambientales sobre la regeneración natural en la categoría latizal bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador



DISCUSIÓN

Composición florística y parámetros estructurales

La composición florística bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del PUFVC corrobora lo indicado por Real de Abreu *et al.*, (2011) quienes manifiestan que las plantaciones forestales pueden recuperar una alta diversidad vegetal nativa. Además, en concordancia con esta investigación, varios autores como Lima (1996); Ferreira *et al.*, (2010); Fernández *et al.*, (2012) reportan en sus estudios referencias de diversidad vegetal creciendo en los rodales de varias especies de eucalipto. Además, cabe indicar que la composición florística del sotobosque de las plantaciones forestales es importante para conocer la dinámica sucesional de las especies presentes en estos sitios perturbados, y a su vez, conocer la capacidad de recuperación de estos ecosistemas (Ballester *et al.*, 1982).

Bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* en el PUFVC se encontró 28 especies, de éstas 15 son arbóreas y 13 arbustivas, esto representa una diversidad florística similar a lo reportado por Coraizaca y Yamasqui (2018) quienes reportan 30 especies bajo la plantación de eucalipto de la Reserva de Llaviucuo dentro del Parque Nacional Cajas. Por otro lado, Chávez (2016) registró 50 especies bajo una plantación de *E. globulus* afectada por incendios forestales en la sierra norte del Ecuador, lo que difiere con esta investigación. En este estudio, la categoría latizal es la más abundante con 294 individuos, lo que difiere con Aguirre *et al.*, (2019), que en la hoya de Loja reportan 407 individuos en la categoría plántulas.

Las especies abundantes en la categoría latizal, brinzal y plántulas son *Viburnum triphyllum*, *Miconia obscura* y *Solanum aphyodendron*, esta abundancia se justifica por la presencia de estas especies en la composición florística del bosque nativo del PUFVC que se encuentra cercano (Aguirre *et al.*, 2017). Por otro lado, estos resultados se asemejan con los reportados por Aguirre *et al.*, (2019), quienes menciona a *Viburnum triphyllum* como la especie arbustiva abundante (145 ind/ha).

Las especies más importantes de acuerdo al IVI son: *Solanum aphyodendron* en plántulas, *Miconia obscura* en brinzales y *Viburnum triphyllum* en la categoría latizal, estas especies son diferentes a las reportadas en el Parque Nacional Cajas bajo plantaciones de eucalipto, en donde se destacan *Brugmansia sanguinea* y *Piper andreanum* como especies con el IVI más alto según Coraizaca y Yamasqui (2018).

Sobrevivencia de la regeneración natural

Después de monitorear las parcelas en un período de 12 meses, la sobrevivencia bajo la plantación de *E. globulus* alcanzó el 91,94 % que corresponde a 399 individuos vivos al final del período de monitoreo; que evidentemente es un porcentaje de sobrevivencia bueno, que sugiere un potencial de convertirse en un bosque secundario con una composición florística interesante. Por otra parte, la categoría plántulas registró el 100 % de sobrevivencia, este dato contrasta con lo indicado por Delgado (2007), quien menciona que las plántulas son más sensibles a la mortalidad a causa de la competencia con especies pioneras e invasoras. Por otro lado, el alto porcentaje de sobrevivencia de la categoría plántulas sugiere que estas especies se adaptarían a zonas con claros de bosque que es una característica del sitio de estudio, lo que es corroborado por Aguirre y Weber (2008) que evidenciaron que las plántulas poseen mejor estado de salud en los claros frente a dosel cerrado.



En este estudio, la sobrevivencia en la categoría latizal (93,20 %) fue mayor que en brinzal (88,55 %), lo cual es corroborado por **Samper y Vallejo (2007)** quienes mencionan que la mortalidad disminuye en individuos grandes. Además, el porcentaje de sobrevivencia en estas categorías es aceptable, si se considera que los individuos de estas categorías se encontraban más expuestos que los individuos de la categoría plántulas, por el mismo diseño de las parcelas que ubicaba a las plántulas en el centro, que de cierta manera las favorecía; pero no así a los brinzales y latizales.

Crecimiento de la regeneración natural

El crecimiento de la regeneración natural evidenció una relación positiva entre el crecimiento y el tamaño inicial de los individuos, siendo mayor el incremento en la categoría latizal con 0,798 m en altura y 0,307 cm en diámetro; después, la categoría brinzal alcanzó un incremento de 0,229 m en altura y 0,155 cm en diámetro, por último, la categoría plántulas tuvo el menor incremento en altura y diámetro con 0,072 m y 0,078 cm, respectivamente. Para **Jaramillo y Muñoz (2009)** el crecimiento de las plántulas está relacionado con el nivel de competencia por luz, disponibilidad de agua y minerales, capacidad fotosintética y niveles de depredación, esto podría explicar en cierta medida el bajo crecimiento de las plántulas.

Otro aspecto importante es la diferencia en las tasas de crecimiento entre las especies, tanto en altura como en diámetro. Así, en altura dominan: *Viburnum triphyllum* (plántulas); *Verbesina arborea* y *Alnus acuminata* (brinzal); *Inga acreana*, *Morus insignis* y *Critoniopsis pycnantha* (latizal); y, en diámetro dominan: *Solanum aphyodendron* (plántulas); *Alnus acuminata*, *Verbesina arborea* y *Clethra fimbriata* (brinzal); *Critoniopsis pycnantha*, *Tournefortia fuliginosa* y *Morus insignis* (latizal); lo cual podría deberse a características fisiológicas propias de las especies y a la ventaja inicial (mayor iluminación) que presentaban en las diferentes categorías algunas de estas especies en relación con las otras.

Lo expuesto anteriormente induce a pensar que algunas especies tolerantes a la sombra como *Inga acreana* o *Morus insignis*, cuando se encuentran bajo condiciones de luz semejante a las otras especies más demandantes de luz como *Alnus acuminata* y *Critoniopsis pycnantha*, logran alcanzar tasas de crecimiento similares; este comportamiento es corroborado por **Manokaran y Kochummen (1987)** y **Sáenz et al., (1999)** que han encontrado resultados que evidencian que algunas especies tolerantes a la sombra tienen tasas de crecimiento similares a las especies pioneras.

Influencia de variables ambientales sobre la regeneración natural

La influencia de las variables ambientales sobre la regeneración natural se manifestó de forma diferenciada, la pendiente tuvo una fuerte correlación con el número de especies en la categoría latizal, en donde se observó que a mayor pendiente, mayor número de especies; esto debido a que los latizales de la parcela 2 y 5 poseen la mayor cantidad de especies y la mayor pendiente con 63,53 % y 69 %, respectivamente; por el contrario, los latizales de la parcela uno poseen menor cantidad de especies y menor pendiente (36,10 %). Lo anterior difiere con lo manifestado por **Laurance et al., (2010)** quienes reportan que, en bosques andinos naturales, el incremento de la pendiente disminuye la abundancia, riqueza y diversidad de especies vegetales, debido a que las zonas con mayor inclinación tienen condiciones más adversas para el establecimiento de la vegetación. De igual forma, la profundidad del suelo tiene correlación con el número de especies en la categoría latizal, lo cual se explica por mayor diversidad florística en



los latizales de las parcelas 2, 3, 4, 5, que tienen los valores más altos de profundidad del suelo, respecto a los latizales de la parcela uno.

Respecto a la luminosidad, se evidencia correlación con el número de especies en la categoría latizal, esto se explicaría por mayor número de especies (14) en los latizales de la parcela dos que posee mayor luminosidad (52 %), y menor número de especies (7) en los latizales de la parcela uno que tiene menor luminosidad (27,60 %). La influencia de la luminosidad sobre la regeneración natural es importante, debido a que la luz se considera como una de las variables ambientales de mayor importancia en los procesos de regeneración dentro de los ecosistemas boscosos (Melo y Vargas, 2003). Por otra parte, el porcentaje de luminosidad en este estudio fue de 27,60 % hasta 52 %, lo que representa un porcentaje alto en comparación a lo que reportan Jaramillo y Muñoz (2009) en la Estación Científica San Francisco con valores de apertura del dosel bajos entre 11,84 % y 17,11 %; lo anterior se debe a que los doseles son más abiertos en zonas intervenidas como las plantaciones forestales en comparación con bosques nativos (Lamprecht, 1990).

No se pudo encontrar evidencia suficiente en la categoría de plántulas y brinzal que sustente que la mayor luminosidad, mayor pendiente o mayor profundidad del suelo sea la causa de mayor abundancia o mayor diversidad florística; por lo mismo se puede suponer la existencia de factores más relevantes en el desarrollo de la regeneración natural. Pariona et al., (2003) manifiestan que las especies forestales están influenciadas por la disponibilidad de luz, formación de claros y competencia con las especies pioneras del bosque. Sin embargo, en la categoría latizal si se observó influencia de las variables ambientales sobre la diversidad florística, como se sustentó anteriormente. Por otro lado, en consecuencia, que las variables ambientales no afectaron la abundancia de la regeneración natural bajo la plantación de eucalipto, se supone que la cantidad de individuos de las especies vegetales leñosas podría estar determinada por procesos aleatorios.

CONCLUSIONES

La composición florística de la regeneración natural de especies vegetales leñosas nativas bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* representada por 28 especies, demuestra que es factible la recuperación de la vegetación natural. Y por la diversidad y abundancia de especies en las diferentes categorías evaluadas, se proyecta vislumbra a futuro un bosque natural en caso de la eliminación de la plantación forestal.

Como parte de la diversidad florística de la regeneración natural *Solanum aphyodendron* (plántulas), *Miconia obscura* (brinzal) y *Viburnum triphyllum* (latizal), sobresalen en abundancia; mientras que por frecuencia son: *Solanum aphyodendron* y *Viburnum triphyllum* en plántulas, *Oreopanax rosei* en brinzales; y, en la categoría latizal *Viburnum triphyllum*, *Piper barbatum* y *Verbesina arborea*.

Luego del año de observación la sobrevivencia de la regeneración natural es aceptable, las plántulas sobrevivieron en el 100 %, los latizales alcanzaron el 93,20 %; y, los brinzales tienen la menor sobrevivencia.



Los individuos de la categoría latizal tuvieron el mayor crecimiento promedio tanto en altura y diámetro. Las especies con dominancia en crecimiento de altura son: *Viburnum triphyllum* (plántulas), *Verbesina arborea* (brinzal), *Inga acreana* (latizal). Y las especies que crecieron más en diámetro son: *Solanum aphyodendron* (plántulas), *Alnus acuminata* (brinzal) y *Critoniopsis pycnantha* (latizal).

Las variables ambientales no influyen de manera significativa en la abundancia y diversidad florística de la regeneración natural en la categoría plántulas y brinzal. Pero en la categoría latizal se evidencia una influencia de la luminosidad sobre la diversidad florística.

ANEXOS

Anexo 1. - Árboles y arbustos de la regeneración natural bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Loja, Ecuador

Hábito de crecimiento	Familia	Especie	Número de individuos
Árbol	Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	35
	Clethraceae	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	2
	Clusiaceae	<i>Clusia latipes</i> Planch. & Triana	6
	Rhamnaceae	<i>Frangula granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Grubov	6
	Fabaceae	<i>Inga acreana</i> Harms	3
	Anacardiaceae	<i>Mauria heterophylla</i> Kunth	1
	Moraceae	<i>Morus insignis</i> Bureau	2
	Araliaceae	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	17
	Rosaceae	<i>Prunus opaca</i> (Benth.) Walp.	11
	Proteaceae	<i>Roupala monosperma</i> (Ruiz & Pav.) I.M. Johnst.	2
	Actinidiaceae	<i>Saurauia bullosa</i> Wawra	2
	Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	4
	Solanaceae	<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp	30
	Boraginaceae	<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	2
	Asteraceae	<i>Verbesina cf. arborea</i> Kunth	29
Total		15 especies	152 individuos
Arbusto	Asteraceae	<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H. Rob.	1
	Bignoniaceae	<i>Delostoma integrifolium</i> D. Don	1
	Rosaceae	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	2



Melastomataceae	<i>Miconia lutescens</i> (Bonpl.) DC.	5
Melastomataceae	<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	56
Primulaceae	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	14
Primulaceae	<i>Myrsine sodiroana</i> (Mez) Pipoly	8
Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	1
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp.	1
Piperaceae	<i>Piper barbatum</i> Kunth	44
Solanaceae	<i>Solanum cf. cutervanum</i> Zahlbr.	9
Melastomataceae	<i>Tibouchina lepidota</i> (Bonpl.) Baill.	2
Adoxaceae	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	138
Total	13 especies	282 individuos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, R.C.R. de, DE ASSIS, G.B., FRISON, S., AGUIRRE, A. y DURIGAN, G., 2011. Can native vegetation recover after slash pine cultivation in the Brazilian Savanna? *Forest Ecology and Management* [en línea], vol. 262, no. 8, pp. 1452-1459. [Consulta: 19 enero 2021]. ISSN 0378-1127. DOI 10.1016/j.foreco.2011.06.046. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112711004087>.
- AGUIRRE MENDOZA, Z., DÍAZ ORDOÑEZ, E., MUÑOZ CHAMBA, J. y MUÑOZ CHAMBA, L., 2019. Sucesión natural bajo plantaciones de *Pinus radiata* D. Don (Pinaceae) y *Eucalyptus globulus* Labill. (Myrtaceae), en el sur del Ecuador. *Arnaldoa* [en línea], vol. 26, no. 3, pp. 943-964. [Consulta: 19 enero 2021]. ISSN 2413-3299. DOI 10.22497/arnaldoa.263.26306. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2413-32992019000300006&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- AGUIRRE MENDOZA, Z., REYES JIMÉNEZ, B., QUIZHPE CORONEL, W. y CABRERA, A., 2017. Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. *Arnaldoa* [en línea], vol. 24, no. 2, pp. 543-556. [Consulta: 19 enero 2021]. ISSN 2413-3299. DOI <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24207>. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2413-32992017000200007&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- AGUIRRE, N. y WEBER, M., 2008. Enriquecimiento de plantaciones forestales como herramienta para la rehabilitación de ambientes degradados en la región sur Ecuatoriana. *Revista Científica del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables* [en línea], vol. 1 39-47, pp. 1-15. Disponible en: <https://docplayer.es/58391814-Enriquecimiento-de-plantaciones-forestales-como-herramienta-para-la-rehabilitacion-de-ambientes-degradados-en-la-region-sur-ecuatoriana.html>.



- AGUIRRE-MENDOZA, Z. y YAGUANA, C., 2014. *Parque Universitario de Educación Ambiental y Recreación Ing. Francisco Vivar Castro* [en línea]. Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja. Disponible en: <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/parque-universitario-francisco-vivar-c-unl.pdf>.
- BALLESTER, A., ARIAS, A.M., COBIÁN, B., CALVO, E.L. y VIEITEZ, E., 2011. Estudio de potenciales alelopáticos originados por *Eucalyptus globulus* Labill., *Pinus pinaster* Ait. y *Pinus radiata* D. *Pastos* [en línea], vol. 12, no. 2, pp. 239-254. [Consulta: 19 enero 2021]. ISSN 0210-1270. Disponible en: <http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/818>.
- BECK, E., BENDIX, J., KOTTKE, I., MAKESCHIN, F. y MOSANDL, R., 2008. *Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador* [en línea]. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. [Consulta: 19 enero 2021]. Ecological Studies. ISBN 978-3-540-73525-0. Disponible en: <https://www.springer.com/gp/book/9783540735250>.
- CHÁVEZ GUERRERO, P.A., 2016. *Regeneración natural en un bosque interandino de Eucalyptus globulus Labill. afectado por incendios forestales* [en línea]. Tesis de maestría de Biología de Conservación. Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. [Consulta: 19 enero 2021]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/11448>.
- CORAIZACA CAMPOVERDE, A.C. y YAMASQUI ANGAMARCA, M.I., 2018. *Impacto de la tala selectiva del bosque nativo y de las plantaciones de pinus patula y eucalyptus globulus en la regeneración natural en los bosques de Mazán y Llaviucuo del Parque Nacional Cajas* [en línea]. Tesis de grado de Ingeniero Ambiental. Ecuador: Universidad de Cuenca. [Consulta: 19 enero 2021]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30586>.
- DELGADO, D., 2007. Monitoreo ecológico en los bosques tropicales de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica.
- FELIPE FERREIRA, O., ENGEL VERA, L. y HELOIZA, C., 2010. Regeneração natural de espécies da Mata Atlântica em sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith. em uma antiga unidade de produção florestal no Parque das Neblinas, Bertioga, SP. *Scientia Forestalis/Forest Sciences* [en línea], vol. 38, no. 85, pp. 39-52. ISSN 1413-9324. Disponible en: <http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr85/cap04.pdf>.
- FERNÁNDEZ MÉNDEZ, F., CAMARGO MARTÍNEZ, Y.K. y SARMIENTO, M.B., 2012. BIODIVERSIDAD VEGETAL ASOCIADA A PLANTACIONES FORESTALES DE *Pinus caribaea* MORELET Y *Eucalyptus pellita* F. MUELL ESTABLECIDAS EN VILLANUEVA, CASANARE, COLOMBIA. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* [en línea], vol. 65, no. 2, pp. 6749-6764. [Consulta: 19 enero 2021]. ISSN 0304-2847. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0304-28472012000200019&lng=en&nrm=iso&tlng=es.
- JARAMILLO SÁNCHEZ, L.P., MUÑOZ CHAMBA, L.F. y AGUIRRE M, Z., 2009. *Evaluación de la regeneración natural de especies forestales del bosque tropical de montaña en la estación científica san francisco bajo diferentes intensidades de raleo selectivo* [en línea]. Tesis de grado de Ingeniero Forestal. Ecuador: Universidad



- Nacional de Loja. Disponible en:
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5362/1/Jaramillo%20S%203%20a1nchez%20Lenin%20%26%20Mu%20c3%20b1oz%20Chamba%20Luis.pdf>.
- 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]. S.l.: TZ-Verlag-Ges. ISBN 978-3-88085-440-6. Disponible en:
https://books.google.com.cu/books/about/Silvicultura_en_los_tr%C3%B3picos.html?id=1H0JywAACAAJ&redir_esc=y.
- LAURANCE, S.G.W., LAURANCE, W.F., ANDRADE, A., FEARNSIDE, P.M., HARMS, K.E., VICENTINI, A. y LUIZÃO, R.C.C., 2010. Influence of soils and topography on Amazonian tree diversity: a landscape-scale study. *Journal of Vegetation Science* [en línea], vol. 21, no. 1, pp. 96-106. [Consulta: 19 enero 2021]. ISSN 1100-9233. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/40925469>.
- LIMA, W., 1996. *Impacto ambiental do Eucalipto*. Sao Paulo, Brasil: Editora da Universidade de Sao Paulo.
- MANOKARAN, N. y KOCHUMMEN, K.M., 1987. Recruitment, Growth and Mortality of Tree Species in a Lowland Dipterocarp Forest in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Ecology* [en línea], vol. 3, no. 4, pp. 315-330. [Consulta: 19 enero 2021]. ISSN 0266-4674. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/2559307>.
- MELO, O. y VARGAS, R., 2003. *Evaluación Ecológica y Silvicultural de Ecosistemas Boscosos* [en línea]. Tolima, Colombia: Departamento de Ciencias Forestales, Universidad del Tolima. [Consulta: 19 enero 2021]. Disponible en: <https://vdocuments.mx/evaluacion-ecologica-y-silvicultural-de-ecosistemas-boscosos.html>.
- MENDOZA, Z.A., OCHOA, T.G. y HERRERA, B.P., 2014. Dinámica de crecimiento de especies forestales establecidas en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe, Ecuador. *CEDAMAZ* [en línea], vol. 4, no. 1. [Consulta: 19 enero 2021]. ISSN 1390-5902. Disponible en: <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/239>.
- MENDOZA, Z.A., R, M.G., O, T.G. y D, N.J., 2016. ESCENARIOS PARA LA ENSEÑANZA Y VALORACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LA REGIÓN SUR DEL ECUADOR. *Bosques Latitud Cero* [en línea], vol. 6, no. 2. [Consulta: 19 enero 2021]. ISSN 2528-7818. Disponible en: <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/231>.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE DE ECUADOR Y ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, 2014. *Evaluación Nacional Forestal. Resultados* [en línea]. 2014. S.l.: MINISTERIO DEL AMBIENTE DE ECUADOR Y ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. [Consulta: 19 enero 2021]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/evaluacion-nacional-forestal-del-ecuador-enf/>.
- PARIONA, W., FREDERICKSEN, T.S. y LICONA, J.C., 2003. Natural regeneration and liberation of timber species in logging gaps in two Bolivian tropical forests. *Forest Ecology and Management* [en línea], vol. 181, no. 3, pp. 313-322. [Consulta: 19



enero 2021]. ISSN 0378-1127. DOI 10.1016/S0378-1127(03)00002-1. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112703000021>.

SÁENZ, G., FINEGAN, B. y GUARIGUATA, M., 1999. Crecimiento y mortalidad en juveniles de siete especies arbóreas en un bosque muy húmedo tropical intervenido de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* [en línea], vol. 47, no. 1-2, pp. 45-57. [Consulta: 19 enero 2021]. ISSN 0034-7744. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-77441999000100006&lng=pt&nrm=iso&tlng=es.

SAMPER, C. y VALLEJO, M.I., 2007. Estructura y dinámica de poblaciones de plantas en un bosque andino. *Revista de la Academia Colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales* [en línea], vol. 31, no. 118, pp. 57-68. [Consulta: 19 enero 2021]. ISSN 0370-3908. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4089166>.

SMITH, T.M. y SMITH, R.L., 2007. *Ecología* [en línea]. 6. edición. Madrid, España: Pearson Educación. ISBN 978-84-7829-084-0. Disponible en: https://bgf-info9.webnode.com/_files/200000679-4ac514ac53/Ecologia.6ed.Smith.PDF.pdf.

TOBÓN, C., 2009. *Los bosques andinos y el agua*. Quito, Ecuador: Programa Regional ECOBONA INTERCOOPERATION, CONDESAN.

VÍLCHEZ, L.O. y CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, 2002. *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central* [en línea]. S.l.: CATIE. ISBN 978-9977-57-384-7. Disponible en: https://books.google.com.cu/books/about/Inventarios_forestales_para_bosques_lati.html?id=_JjZgHmxn5cC&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.

YOUNG, K., 2006. *Bosques húmedos*. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores:

Zhofre Huberto Aguirre Mendoza: Concepción de la idea, búsqueda y revisión de literatura, confección de instrumentos, aplicación de instrumentos, recopilación de la información resultado de los instrumentos aplicados, análisis estadístico, confección de tablas, gráficos e imágenes, confección de base de datos, asesoramiento general por la temática abordada, redacción del original (primera versión), revisión y versión final del artículo, corrección del artículo, coordinador de la autoría, traducción de términos o información obtenida, revisión de la aplicación de la norma bibliográfica aplicada.



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.
Copyright (c) 2021 Zhofre Huberto Aguirre Mendoza

