

COMPOSICIÓN, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DEL BANCO DE SEMILLAS GERMINABLE COMO INDICADOR DE REGENERACIÓN NATURAL EN UN BOSQUE MONTANO ALTO DE PENIPE, CHIMBORAZO, ECUADOR

COMPOSITION, ABUNDANCE, AND DIVERSITY OF THE GERMINABLE SEED BANK AS AN INDICATOR OF NATURAL REGENERATION IN A HIGH-MONTANE FOREST IN PENIPE, CHIMBORAZO, ECUADOR

Eduardo Patricio Salazar Castañeda¹, Miguel Angel Gualpa Calva², Victor Manuel Espinoza³

{eduardo.salazar@esPOCH.edu.ec¹, miguel.gualpa@esPOCH.edu.ec², victor.espinoza@esPOCH.edu.ec³}

Fecha de recepción: 08/06/2026 / Fecha de aceptación: 01/07/2026 / Fecha de publicación: 08/07/2026

RESUMEN: Los bosques montanos altos de los Andes ecuatorianos presentan una elevada heterogeneidad ambiental y constituyen ecosistemas relevantes para la conservación de la biodiversidad y la regulación hídrica. En este contexto, el banco de semillas germinable (BSG) constituye una reserva de propágulos capaz de aportar información sobre la capacidad de regeneración de la vegetación después de perturbaciones. El objetivo de este estudio fue caracterizar la composición, abundancia, diversidad y densidad de emergencia del BSG en un bosque montano alto del sector El Tambo, Aguas Termales, parroquia Puela, cantón Penipe, provincia de Chimborazo, Ecuador. Se establecieron dos transectos de 40 m, con subtransectos de 10 m dispuestos en zigzag y se recolectaron muestras de suelo por triplicado cada 3 m, hasta 10 cm de profundidad, siguiendo la metodología propuesta por Cardona y Vargas y referencias metodológicas complementarias. Las muestras fueron trasladadas al vivero de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, colocadas en bandejas con arena y mantenidas bajo condiciones controladas de luz y humedad durante seis meses; las plántulas emergidas fueron repicadas, contabilizadas e identificadas taxonómicamente. Se registraron 350 individuos correspondientes a 12 familias 1 familia no fue identificada mientras 11 familias y 23 especies o morfoespecies, con predominio de *Boehmeria* sp. (122 individuos), *Rubus* sp. (76),

¹Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-7737-5415>; +593992901124

²Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-5392-036X>; +593997958029

³Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador, <https://orcid.org/0000-0001-6058-2274>; +593994208169

Datura sp. (49) y *Oxalis corniculata* (44). Asteraceae presentó la mayor riqueza específica (39,13 %), mientras que Urticaceae concentró la mayor abundancia debido a *Boehmeria* sp. El índice de Simpson fue 0,79309 y la densidad de emergencia reportada fue de 366 plántulas/m². La predominancia de especies herbáceas y pioneras, junto con la presencia de especies arbóreas, evidencia un potencial de regeneración asociado a la dinámica sucesional del bosque. Los resultados constituyen una línea base para el monitoreo ecológico y para futuras investigaciones sobre regeneración natural y restauración en bosques montanos de Chimborazo.

Palabras clave: *banco de semillas germinable; regeneración natural; bosque montano alto; diversidad; especies pioneras*

ABSTRACT: High-montane forests of the Ecuadorian Andes exhibit high environmental heterogeneity and are important ecosystems for biodiversity conservation and water regulation. In this context, the germinable seed bank (GSB) represents a reservoir of propagules that can provide information on the vegetation's regeneration capacity after disturbance. This study aimed to characterize the composition, abundance, diversity, and emergence density of the GSB in a high-montane forest in El Tambo, Aguas Termales, Puela parish, Penipe canton, Chimborazo province, Ecuador. Two 40 m transects were established, with 10 m subtransects arranged in a zigzag pattern, and soil samples were collected in triplicate every 3 m to a depth of 10 cm, following the methodology proposed by Cardona and Vargas and complementary methodological references. Samples were transported to the nursery of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, placed in trays containing sand, and maintained under controlled light and moisture conditions for six months; emerged seedlings were transplanted, counted, and taxonomically identified. A total of 350 individuals were recorded, corresponding to 12 families, 1 family was not identified while 11 families and 23 species or morphospecies, with *Boehmeria* sp. (122 individuals), *Rubus* sp. (76), *Datura* sp. (49), and *Oxalis corniculata* (44) showing the highest abundances. Asteraceae had the highest species richness (39.13%), whereas Urticaceae concentrated the highest abundance due to *Boehmeria* sp. Simpson's diversity index was 0.79309, and the reported emergence density was 366 seedlings m⁻². The predominance of herbaceous and pioneer species, together with the presence of tree species, indicates regeneration potential associated with forest successional dynamics. These findings provide a baseline for ecological monitoring and future research on natural regeneration and restoration in montane forests of Chimborazo

Keywords: *germinable seed bank; natural regeneration; high-montane forest; diversity; pioneer species*

INTRODUCCIÓN

Los bosques montanos tropicales constituyen ecosistemas de elevada importancia ecológica debido a su diversidad biológica, heterogeneidad ambiental y capacidad para sostener procesos ecosistémicos esenciales. En los Andes, la variación de las condiciones

ambientales a lo largo de gradientes altitudinales y de humedad favorece un marcado recambio de especies y comunidades vegetales. Los bosques montanos del Ecuador se encuentran entre los ecosistemas menos conocidos y más amenazados, por lo que la generación de información sobre su composición y dinámica resulta fundamental para orientar acciones de conservación y restauración. La pérdida de cobertura forestal y la expansión de actividades agropecuarias incrementan la necesidad de comprender los mecanismos que permiten la recuperación de estos ecosistemas y de identificar indicadores ecológicos que puedan utilizarse para evaluar su capacidad de regeneración.

Entre los mecanismos asociados con la recuperación de la vegetación se encuentra el banco de semillas del suelo. Este puede definirse como el conjunto de semillas viables presentes en el suelo, enterradas o asociadas con la hojarasca y la materia orgánica superficial, que permanecen disponibles para germinar cuando las condiciones ambientales resultan favorables. El banco de semillas germinable (BSG) representa, por tanto, una fracción funcional de esta reserva, identificada mediante la emergencia de plántulas bajo condiciones determinadas. Su composición puede integrar especies de la vegetación actual y de etapas sucesionales anteriores, de modo que su estudio permite aproximarse a la historia de la regeneración de un sitio y a su potencial de respuesta frente a perturbaciones.

El BSG cumple una función particularmente importante en ambientes donde la regeneración depende de especies capaces de colonizar claros y superficies alteradas. Las especies pioneras pueden permanecer en el suelo hasta que se produzcan cambios en las condiciones de luz, humedad, temperatura u otros factores que favorezcan su germinación. En consecuencia, la composición y abundancia de las plántulas emergidas pueden aportar información sobre la disponibilidad de propágulos y sobre las posibles trayectorias sucesionales de la comunidad vegetal. Asimismo, la presencia en el banco de especies que no forman parte de la vegetación actualmente observable puede responder a remanentes de comunidades anteriores o a la dispersión desde áreas próximas mediante animales, agua u otros mecanismos.

En los bosques altoandinos, diferentes investigaciones han demostrado que la composición y densidad del banco de semillas pueden variar entre tipos de cobertura y estados sucesionales. Acosta y Vargas registraron 805 plántulas en fragmentos de bosque altoandino de Cundinamarca, con predominio de especies herbáceas y algunas especies arbustivas. Romero et al. observaron diferencias en los índices de diversidad entre relictos de bosque, pastizales y plantaciones. De manera similar, estudios desarrollados en bosques alto andinos han reportado densidades de 1529 semillas m^{-2} , 1813 semillas m^{-2} , 3954 semillas m^{-2} y 1397 semillas m^{-2} , evidenciando una amplia variación entre localidades y condiciones de muestreo (12–15). Estas diferencias resaltan la necesidad de generar información específica para cada ecosistema y de utilizar metodologías comparables.

En Ecuador, el conocimiento sobre el BSG de bosques montanos del centro del país sigue siendo limitado. El área de estudio corresponde al bosque montano alto de El Tambo, sector Aguas Termales, en el cantón Penipe, provincia de Chimborazo. El sitio presenta una cobertura boscosa conservada, pero se encuentra bajo presión por el avance de la

frontera agrícola y ganadera. En este contexto, la caracterización de las especies capaces de emerger desde muestras de suelo permite establecer una línea base para interpretar el potencial de regeneración y orientar futuras investigaciones de restauración ecológica.

El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar la composición, abundancia, diversidad y densidad de emergencia del banco de semillas germinable de un bosque montano alto de El Tambo, Penipe, Chimborazo. De manera específica, se identificaron las especies emergidas de las muestras de suelo, se cuantificó su abundancia, se estimó la densidad del banco y se evaluó la diversidad mediante índices ecológicos. La hipótesis de trabajo implícita fue que la composición del BSG estaría dominada por especies herbáceas y pioneras, reflejando la capacidad del banco para participar en procesos de regeneración natural y sucesión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó en la provincia de Chimborazo, cantón Penipe, parroquia Puela, sector El Tambo Aguas Termales, en un bosque montano alto situado a 3081 m s n m, en las coordenadas reportadas 01°30'25" S y 78°27'16" O. El bosque es de propiedad privada y ha sido conservado por la familia Merino; sin embargo, el área se encuentra fuertemente amenazada por el avance de la frontera agrícola y ganadera. Las condiciones de cobertura, rango altitudinal y pendiente fueron consideradas para ubicar los puntos de muestreo de manera que los transectos presentaran condiciones comparables.

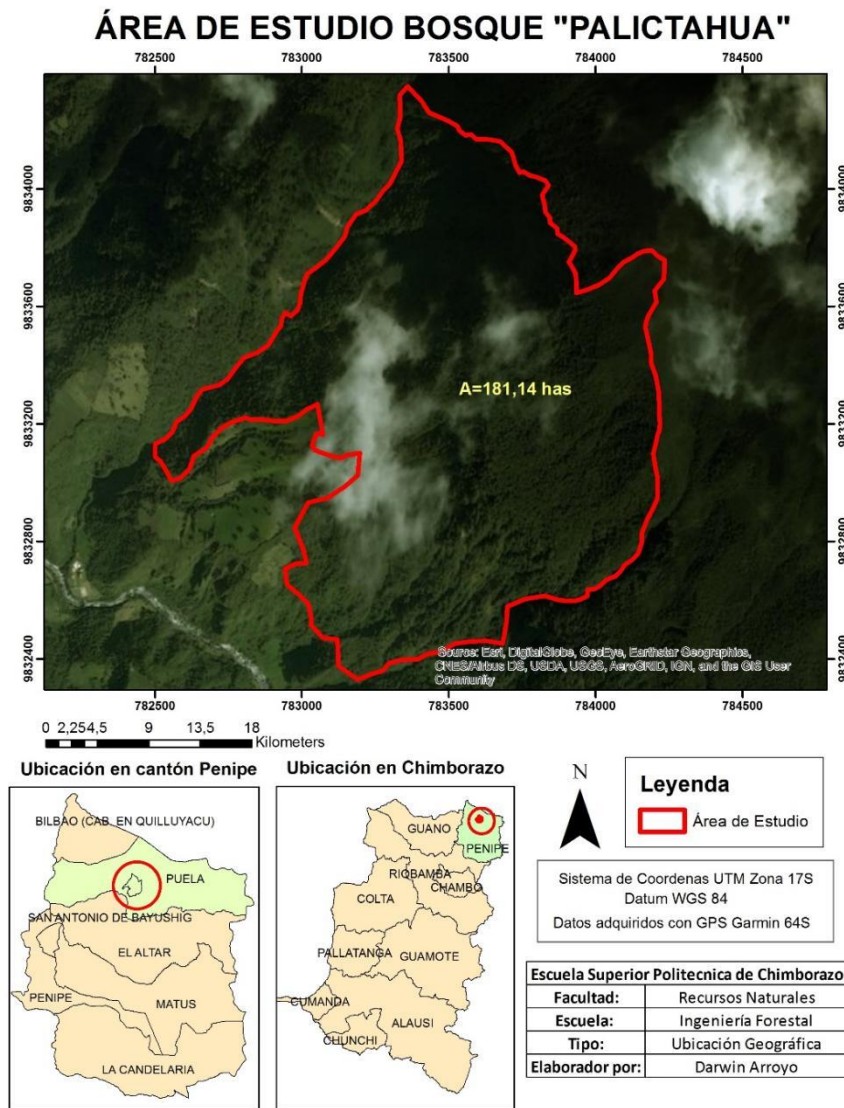


Figura 1. Mapa de ubicación del bosque montano El Tambo.

Diseño de muestreo y establecimiento del banco de semillas germinable

Se utilizaron como referencias metodológicas los procedimientos descritos por Cardona y Vargas (16) y Romero et al. (11). Dentro del bosque se establecieron dos transectos de 40 m de longitud. Los transectos se organizaron mediante subtransectos de 10 m dispuestos en zigzag y a 45° respecto de cada eje de orientación. La ubicación se definió considerando la continuidad de la cobertura boscosa y procurando mantener condiciones similares de altitud y pendiente.

Las muestras de suelo se recolectaron por triplicado cada 3 m, después de retirar la hojarasca superficial. Para la extracción se utilizó un barreno de 10 cm de profundidad y 13 cm de diámetro, con un volumen aproximado de 1327 cm³ por muestra y 3981,96 cm³ por punto. En total se consideraron aproximadamente 36 muestras. Las muestras fueron depositadas en bolsas plásticas, selladas y etiquetadas para su transporte al

vivero de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

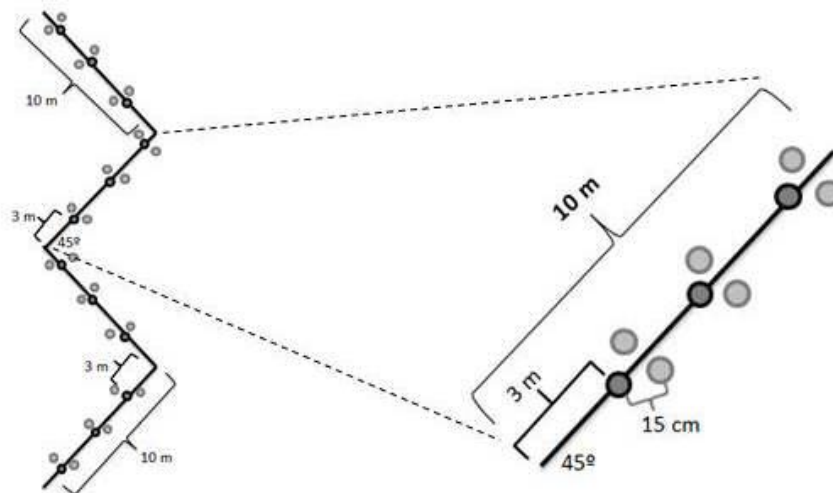


Figura 2. Esquema de la ubicación de los puntos de muestreo y las muestras en un transecto de 10 m.

Emergencia, manejo e identificación

Las muestras fueron colocadas en el umbráculo y sometidas a condiciones adecuadas de luz y humedad. Se utilizaron tres bandejas de madera de 30 cm de ancho, 45 cm de largo y 20 cm de alto, previamente desinfectadas, con una capa de arena de aproximadamente 3 cm. Las muestras correspondientes a los transectos fueron tamizadas y homogenizadas para separar raíces y partes vegetativas. El material preparado alcanzó aproximadamente 7 cm de altura en las bandejas y fue sometido a riego dos veces por semana durante seis meses. Para reducir la contaminación externa, las bandejas fueron cubiertas con un velo blanco y se contempló una bandeja testigo con arena, destinada al control de posibles aportes de semillas procedentes del riego, lluvia o fauna.

Las plántulas emergidas fueron repicadas para disminuir la competencia, contabilizadas y clasificadas por especie o morfoespecie. El seguimiento se realizó durante seis meses para el registro de la emergencia y posteriormente se completó la identificación de los ejemplares desarrollados. Después de ocho meses, las plantas fueron herborizadas mediante el registro de caracteres morfológicos, entre ellos raíz, hojas, tallo, flores, vista general y otras características diagnósticas, y fueron procesadas en el Herbario Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (CHEP).

Análisis de datos

La composición del BSG se describió mediante la riqueza taxonómica y la abundancia de individuos por familia, especie o morfoespecie y hábito de crecimiento. La diversidad se evaluó mediante los índices de Shannon, Simpson y Sorensen, utilizando el programa PAST (17). La densidad de emergencia se estimó a partir del número de plántulas emergidas y del área de referencia derivada del muestreo, siguiendo la adaptación de la fórmula propuesta por Sörgel (18). Debido a que la información original reporta

simultáneamente diferentes cifras para familias, géneros y especies, en la presentación de resultados se priorizó la información verificable en la tabla de composición y los conteos individuales, evitando atribuir valores que no se encuentren sustentados por los datos disponibles.

RESULTADOS

Composición y abundancia del banco de semillas germinable

Durante el periodo de evaluación se registraron 350 individuos emergidos del BSG. La tabla de composición permitió visualizar 12 familias y reconocer o identificar 11 familias y 23 especies o morfoespecies, 1 familia no pudo ser identificada, aunque una parte de los individuos no pudo ser identificada completamente debido a las limitaciones taxonómicas señaladas en el estudio. La composición estuvo dominada por especies herbáceas, acompañadas por arbustos, una enredadera y especies registradas con hábito arbóreo. Esta estructura indica que el banco estuvo constituido principalmente por taxones con capacidad de colonización y establecimiento temprano, característica compatible con procesos sucesionales.

La mayor abundancia correspondió a *Boehmeria* sp., con 122 individuos, equivalente al 34,86 % del total registrado. *Rubus* sp. ocupó el segundo lugar, con 76 individuos (21,71 %), seguida por *Datura* sp., con 49 individuos (14,00 %), y *Oxalis corniculata*, con 44 individuos (12,57 %). En conjunto, estos cuatro taxones representaron 291 individuos, aproximadamente el 83,14 % del total, evidenciando una marcada concentración de la abundancia en pocas especies. *Amaranthus* sp. registró 12 individuos; *Drymaria* sp. 2, 8; *Tournefortia fuliginosa*, 7; *Passiflora* sp., 6; *Bocconia integrifolia*, 4; *Citharexylum* sp., 3; y *Baccharis* sp., *Galinsoga parvifolia*, *Gamochaeta americana*, *Drymaria ovata* e Indeterminada 8 registraron dos individuos cada una. *Fleischmania* sp., *Solanum caripense*, *Drymaria* sp. 1 e Indeterminadas 2, 3, 4 y 5 presentaron un individuo cada una.

La familia Asteraceae presentó la mayor riqueza específica, con nueve registros y 39,13 % de las especies consideradas. Dentro de esta familia se encontraron *Fleischmania* sp., *Baccharis* sp., *Galinsoga parvifolia*, *Gamochaeta americana* y cinco morfoespecies indeterminadas. Caryophyllaceae representó 13,04 % de la riqueza, con *Drymaria ovata* y dos morfoespecies de *Drymaria*. Solanaceae estuvo representada por *Datura* sp. y *Solanum caripense*. Las demás familias registraron uno o dos taxones. En términos de abundancia, Urticaceae concentró el mayor número de individuos debido a la elevada representación de *Boehmeria* sp.

Según el hábito consignado en la tabla de campo, se registraron especies arbóreas correspondientes a *Boehmeria* sp., *Tournefortia fuliginosa*, *Bocconia integrifolia* y *Citharexylum* sp.; especies arbustivas como *Baccharis* sp., *Rubus* sp. y *Datura* sp.; especies herbáceas y una especie de hábito enredadera. La presencia simultánea de estos hábitos evidencia que el BSG no estuvo constituido exclusivamente por vegetación herbácea, sino que conservó propágulos capaces de representar diferentes estratos de la comunidad vegetal.

Tabla 1. Composición y abundancia de especies registradas en el BSG del bosque El Tambo.

FAMILIA	ESPECIE	HÁBITO	# INDIVIDUOS
Asteraceae	Fleischmania sp.	Hierba	1
Asteraceae	Bac(c)haris sp.	Arbusto	2
Asteraceae	Galisoga parvifolia	Hierba	2
Asteraceae	Gamochaeta americana	Hierba	2
Asteraceae	Indeterminada 1	Hierba	2
Asteraceae	Indeterminada 2	Hierba	1
Asteraceae	Indeterminada 3	Hierba	1
Asteraceae	Indeterminada 4	Hierba	1
Asteraceae	Indeterminada 5	Hierba	1
Urticaceae	Boehmeria sp.	Árbol	122
Rosaceae	Rubus sp.	Arbusto	76
Amaranthaceae	Amaranthus sp.	Hierba	12
Passifloraceae	Passiflora sp.	Enredadera	6
Solanaceae	Datura sp.	Arbusto	49
Solanaceae	Solanum caripense	Hierba	1
Borraginaceae	Tournefortia fuliginosa	Árbol	7
Caryophyllaceae	Drymaria ovata	Hierba	2
Caryophyllaceae	Drymaria sp. 1	Hierba	1
Caryophyllaceae	Drymaria sp. 2	Hierba	8
Papaveraceae	Bocconia integrifolia	Árbol	4
Verbenaceae	Citharexylum sp.	Árbol	3
Oxalidaceae	Oxalis corniculata	Hierba	44
Indeterminada	Indeterminada 8	Hierba	2

Diversidad

El índice de diversidad de Simpson obtenido para el muestreo fue 0,79309. El valor reportado en el estudio indica una comunidad con tendencia a ser diversa y constituye un indicador de la distribución de los individuos entre los taxones registrados. Este resultado debe interpretarse conjuntamente con la elevada dominancia de *Boehmeria* sp., *Rubus* sp., *Datura* sp. y *Oxalis corniculata*, ya que una riqueza relativamente amplia puede coexistir con una distribución desigual de la abundancia.

La riqueza observada estuvo acompañada por una importante representación de Asteraceae. La alta participación de esta familia coincide con lo señalado para la vegetación de bosques montanos ecuatorianos, donde Asteraceae puede presentar una elevada riqueza de especies (19). La comparación con otros bancos de semillas alto andinos también mostró coincidencias parciales: el estudio de Acosta y Vargas (10) registró varias especies herbáceas, arbustivas y una trepadora, mientras que en el presente estudio se observaron coincidencias principalmente a nivel de familias y de algunos géneros o especies. La coincidencia limitada entre estudios puede estar relacionada con diferencias de cobertura, historia de disturbio, condiciones microambientales y composición florística local.

Densidad del banco de semillas germinable

El volumen aproximado de suelo recolectado por muestra fue de 1327 cm³, mientras que el volumen por punto fue de 3981,96 cm³. Considerando aproximadamente 36 muestras, el volumen final del material destinado al banco de semillas, después del tamizado de raíces y partes vegetativas, fue de 18 900 cm³ y el área de referencia reportada fue de 2700 cm². El estudio señala una densidad de emergencia de 366 plántulas m⁻², calculada a partir de los volúmenes iniciales de recolección.

El volumen muestral empleado fue inferior al señalado por Cantillo et al. (12), quienes utilizaron 1500 cm³, y al valor de 2000 cm³ referido por Jaimes y Rivera (13) como unidad muestral para estudios de bancos de semillas germinables alto andinos. La densidad reportada para el sitio de Penipe también fue inferior a los valores citados para otros ecosistemas alto andinos: 1529 semillas m⁻² en la Reserva Forestal Cárpatos, 1813 semillas m⁻² en la región de Monserrate, 3954 semillas m⁻² en otro estudio altoandino y 1397 semillas m⁻² en la Reserva Forestal de Cogua (12–15). Estas diferencias pueden reflejar variaciones en la profundidad y volumen de muestreo, características del suelo, cobertura vegetal, historia de perturbación, composición de especies y condiciones de germinación.

La emergencia temprana también aportó información sobre la dinámica del banco. Las primeras especies emergieron tres días después de colocadas las muestras en las bandejas, mientras que la evaluación se mantuvo durante seis meses. La concentración de individuos en pocas especies y la presencia de taxones considerados pioneros sugieren que una parte importante del BSG puede desempeñar un papel en las primeras etapas de colonización de espacios disponibles. Sin embargo, el BSG debe considerarse como un componente del sistema de regeneración y no como una medida aislada de la recuperación del bosque, pues la regeneración natural también depende de la lluvia de semillas, dispersión, establecimiento, competencia y condiciones ambientales (5,7,9).

DISCUSIÓN

Los resultados muestran que el BSG del bosque montano alto de El Tambo estuvo caracterizado por una combinación de riqueza taxonómica y fuerte dominancia de pocas especies. La presencia de 350 individuos, 11 familias y 23 especies o morfoespecies evidencia una reserva de propágulos con potencial para intervenir en la regeneración del sitio. La elevada abundancia de *Boehmeria* sp., *Rubus* sp., *Datura* sp. y *Oxalis corniculata* indica que el componente germinable estuvo particularmente representado por especies capaces de responder a condiciones favorables de emergencia. Este patrón es consistente con la función del banco de semillas como reserva de especies que pueden aprovechar cambios ambientales y participar en fases tempranas de sucesión [5,7].

La riqueza de Asteraceae fue destacada, mientras que la abundancia se concentró principalmente en Urticaceae debido a *Boehmeria* sp. Esta diferencia entre riqueza y abundancia es ecológicamente relevante: una familia puede aportar numerosos taxones sin concentrar necesariamente gran cantidad de individuos. En bosques montanos, la heterogeneidad ambiental y los gradientes de humedad y elevación favorecen cambios importantes en la composición florística [2,3]. Por ello, la estructura encontrada en el BSG debe interpretarse como una respuesta específica de la localidad y de su historia de manejo y perturbación, más que como una característica general de todos los bosques montanos.

El índice de Simpson de 0,79309 se encuentra próximo a los valores registrados por Romero et al. [11] en diferentes unidades de cobertura de bosques subandinos. No

obstante, la comparación directa debe realizarse con cautela porque los estudios pueden diferir en esfuerzo de muestreo, profundidad, método de extracción, duración del ensayo y condiciones de germinación. Piudo y Caveró [20] señalan precisamente que las decisiones metodológicas sobre extracción, densidad y profundidad pueden modificar la caracterización del banco de semillas. Por ello, el valor obtenido en Penipe constituye principalmente una línea base local que será especialmente útil si futuras investigaciones aplican procedimientos equivalentes.

La densidad de emergencia reportada, de 366 plántulas m^{-2} , fue inferior a la observada en diversos estudios alto andinos citados en el documento original [12–15]. La diferencia no necesariamente implica una menor capacidad ecológica del bosque, debido a que la densidad depende de la fracción de semillas viables, de la profundidad de muestreo, de la historia de disturbio y de la capacidad de las semillas para germinar bajo las condiciones del ensayo. Además, el banco de semillas germinable representa únicamente la fracción que responde al método y periodo de evaluación. En consecuencia, semillas latentes o con requerimientos específicos pueden no haber sido expresadas durante los seis meses de observación [6–8,20].

La presencia de especies arbóreas dentro del material emergido es un resultado de interés para la regeneración natural. Aunque el número de individuos arbóreos fue reducido respecto de las especies herbáceas y arbustivas dominantes, su presencia indica que el suelo mantiene propágulos de distintos componentes de la comunidad. Esto es particularmente importante en un bosque sometido a presión por la frontera agropecuaria, porque la capacidad de regeneración no depende únicamente de la abundancia de especies pioneras, sino también de la disponibilidad de especies capaces de contribuir a etapas posteriores de sucesión. La integración del BSG con inventarios de vegetación en pie y estudios de lluvia de semillas permitiría determinar con mayor precisión la correspondencia entre las diferentes fuentes de regeneración.

Finalmente, la identificación taxonómica incompleta constituye una limitación importante. El estudio señala dificultades para asignar familia, género y especie a varios individuos. Para futuras investigaciones se recomienda complementar la identificación morfológica con material botánico de referencia, revisión especializada y, cuando sea viable, herramientas moleculares. La precisión taxonómica es fundamental para evaluar similitud florística, endemismo, especies nativas o introducidas y potencial de restauración. A pesar de esta limitación, los resultados obtenidos proporcionan una base inicial para el seguimiento del BSG del bosque El Tambo y para el diseño de investigaciones comparativas en otros bosques montanos del centro del Ecuador.

CONCLUSIONES

El banco de semillas germinable del bosque montano alto de El Tambo presentó 350 individuos, distribuidos en 11 familias y 23 especies o morfoespecies registradas en la tabla de composición. La abundancia estuvo fuertemente concentrada en *Boehmeria* sp., *Rubus* sp., *Datura* sp. y *Oxalis corniculata*, mientras que *Asteraceae* presentó la mayor riqueza específica. La estructura del banco estuvo dominada por especies

herbáceas y pioneras, aunque también se registraron especies arbóreas, arbustivas y una enredadera, lo que evidencia la presencia de propágulos asociados con diferentes componentes de la comunidad vegetal.

El índice de Simpson fue 0,79309 y la densidad de emergencia reportada fue de 366 plántulas m⁻². Las primeras emergencias se observaron a los tres días y la evaluación se mantuvo durante seis meses. Estos resultados permiten establecer una línea base para valorar la disponibilidad de propágulos germinables y su posible contribución a la regeneración natural del bosque. Sin embargo, la interpretación del potencial regenerativo debe complementarse con información sobre vegetación en pie, lluvia de semillas, condiciones ambientales y dinámica sucesional.

El BSG constituye un indicador útil para el seguimiento de la regeneración natural en el bosque estudiado, especialmente por la presencia de especies pioneras y de algunos taxones arbóreos. Se recomienda mantener el monitoreo mediante muestreos periódicos y metodologías estandarizadas, mejorar la identificación taxonómica de las morfoespecies y realizar estudios comparativos entre coberturas y grados de perturbación. Estas acciones permitirán fortalecer la base científica para programas de conservación y restauración de bosques montanos en Penipe y otros sectores de Chimborazo.

AGRADECIMIENTOS (OPCIONAL)

Los autores agradecen a la Facultad de Recursos Naturales y a la Carrera de Ingeniería Forestal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por el apoyo institucional para el desarrollo de la investigación, así como a los responsables del Herbario Institucional CHEP por el apoyo en el procesamiento del material botánico.

DECLARACIÓN DE INTERÉS (OPCIONAL)

EPSC: conceptualización, metodología, investigación, análisis de datos y redacción del manuscrito. MAGC: metodología, investigación y revisión del manuscrito. VME: investigación, análisis y revisión del manuscrito. Todos los autores revisaron y aprobaron la versión final.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015: ¿Cómo están cambiando los bosques del mundo? 2a ed. Roma: FAO; 2016.
2. Vásquez S, Mena P. Las áreas protegidas con bosque montano en el Ecuador. En: Biodiversity and Conservation of Montane Forests. Ecuador; 1995.
3. Gentry AH. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forests. En: Churchill SP, Balslev H, Forero E, Luteyn JL, editores. Biodiversity and

- conservation of Neotropical montane forests. New York: New York Botanical Garden; 1995. p. 667.
4. Cuesta F, Peralvo M, Ganzenmüller A. Los bosques montanos de los Andes tropicales: una evaluación regional de su estado de conservación y de su vulnerabilidad a efectos del cambio climático. Quito: ECOBONA; 2009.
 5. Dalling JW. Ecología de semillas. En: Guariguata MR, Kattan GH, editores. Ecología y conservación de bosques neotropicales. Cartago: Libro Universitario Regional; 2002. p. 693.
 6. Simpson RL, Leck MA, Parker VT. Seed banks: general concepts and methodological issues. En: Leck MA, Parker VT, Simpson RL, editores. Ecology of soil seed banks. San Diego: Academic Press; 1989.
 7. Marañón T. Ecología del banco de semillas y dinámica de comunidades mediterráneas. En: Zamora R, Pugnaire FI, editores. Ecosistemas mediterráneos. Análisis funcional. 2001. p. 464.
 8. Thompson K, Bakker JP, Bekker RM. Soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity. Cambridge: Cambridge University Press; 1997.
 9. Ma M, Du G, Zhou X. Role of the soil seed bank during succession in a subalpine meadow on the Tibetan Plateau. Arctic Antarct Alp Res. 2009;41(4):469-477. doi:10.1657/1938-4246-41.4.999.
 10. Acosta Ortiz M, Vargas O. Banco de semillas germinable (GSG) en fragmentos de bosque altoandino. En: Vargas O, editor. Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino. Bogotá; 2008. p. 251-267.
 11. Romero A, Baquero N, Beltrán H. Banco de semillas en áreas disturbadas de bosque subandino en San Bernardo, Cundinamarca, Colombia. Colombia Forestal. 2015;19(2):181-194.
 12. Cantillo Higuera EE, Castiblanco Gutiérrez V, Pinilla Mondragón DF, Alvarado CL. Caracterización y valoración del potencial de regeneración del banco de semillas germinable de la Reserva Forestal Cárpato, Guasca, Cundinamarca. Colombia Forestal. 2008;11:45-70.
 13. Jaimes V, Rivera D. Banco de semillas y tendencias en la regeneración natural de un bosque altoandino en la región de Monserrate, Cundinamarca, Colombia [tesis de grado]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 1990.
 14. Montenegro AL, Parra YAA, Mendivelso-Ch HA, Vargas O. Potencial del banco de semillas en la regeneración de la vegetación del humedal Jaboque, Bogotá, Colombia. Caldasia. 2006;28(2):285-306.
 15. Acosta M. Efecto sobre el banco de semillas germinable en un fragmento de bosque altoandino, Reserva Forestal de Cogua, Cundinamarca [tesis de grado]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2004.
 16. Cardona A, Vargas O. El banco de semillas germinable de especies leñosas en dos bosques subandinos y su importancia para la restauración ecológica. Reserva Biológica Cachalú-Santander. Colombia Forestal. 2004;8(17):60-74.
 17. Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontol Electronica. 2001;4(1):9.
 18. Sörgel N. Introducción en inventarios forestales. Managua: Servicio Alemán de Cooperación Social Técnica; 1985.

19. Caranqui J. Análisis florístico altitudinal en el bosque montano de Tambo Palictahua. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2011.
20. Piudo MJ, Caveró RY. Banco de semillas: comparación de metodologías de extracción, de densidad y de profundidad de muestreo. En: Publicaciones de Biología Universidad de Navarra. España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra; 2005. p. 71-85.
21. Cárdenas C, Posada C, Vargas O. Banco de semillas germinable de una comunidad vegetal de páramo húmedo sometida a quema y pastoreo, Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia. *Rev Ecotropicos*. 2002;15:51-60.
22. Kalamees R, Zobel M. Soil seed bank composition in different successional stages of a species rich wooded meadow in Laelatu, western Estonia. *Acta Oecol*. 1998;19:175-180.
23. Jorgensen PM, León-Yáñez S. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. St. Louis: Missouri Botanical Garden Press; 1999.
24. Aguirre Mendoza Z, Reyes Jiménez B, Quizhpe Coronel W, Cabrera A. Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. *Arnaldoa*. 2017;24(2):543-556.
25. Romero A, Baquero N, Beltrán H. Banco de semillas en áreas disturbadas de bosque subandino en San Bernardo, Cundinamarca, Colombia. *Colombia Forestal*. 2015;19(2):181-194.
26. Valladolid J, León A, Paredes D. Selección de árboles semilleros en plantaciones forestales de la Península de Santa Elena, Ecuador. *Rev Cient Tecnol UPSE*. 2017;4(2):105-110.
27. Vallejos J, Badilla Y, Picado F, Murillo O. Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. *Agron Costarric*. 2010;34(1):105-119.