Perspectivas en Ciencias Médicas y Biológicas

ARTÍCULO ORIGINAL

Manejo silvicultural e incremento volumétrico en un bosque secundario

Silvicultural management and volumetric increment in a secondary forest

Dennis Aquiles Mezarino Blas

Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.

Autor de correspondencia: Dennis Aquiles Mezarino Blas. Correo: dennis.mezarino@unas.edu.pe

Título corto: Manejo silvicultural e incremento volumétrico

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto del manejo silvicultural sobre el incremento volumétrico de un bosque secundario. **Métodos:** Estudio cuasiexperimental y longitudinal realizado en 0,83 ha de bosque secundario. Se establecieron tres tratamientos: testigo (T0; 0,33 ha), liberación (T1; 0,27 ha) y refinamiento (T2; 0,23 ha). Se evaluaron árboles con diámetro a la altura del pecho ≥10 cm en dos mediciones separadas por ocho meses. Se calcularon área basal, volumen e incremento volumétrico anual (IVA), y se compararon los volúmenes mediante pruebas t de Welch. **Resultados:** Se registraron 43, 31 y 103 individuos en T0, T1 y T2, respectivamente. El volumen pasó de 0,112 a 0,135 m³ en T0, de 0,102 a 0,162 m³ en T1 y de 0,175 a 0,373 m³ en T2. No hubo diferencia entre T0 y T1 (p=0,466), mientras que T2 mostró valores superiores a T0 (p=0,020) y T1 (p=0,034). El IVA promedio fue 7,43%, 8,62% y 8,36% para T0, T1 y T2. **Conclusión:** El refinamiento produjo el mayor incremento absoluto de volumen durante el periodo de seguimiento y superó estadísticamente al testigo y a la liberación. Estos resultados respaldan el uso de intervenciones silviculturales selectivas para favorecer la productividad de bosques secundarios, con necesidad de seguimiento de mayor duración.

Palabras clave: bosque secundario; silvicultura; incremento volumétrico; liberación; refinamiento; manejo forestal.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of silvicultural management on volumetric increment in a secondary forest. **Methods:** A longitudinal quasi-experimental study was conducted in 0.83 ha of secondary forest. Three treatments were established: control (T0; 0.33 ha), release (T1; 0.27 ha), and refinement (T2; 0.23 ha). Trees with diameter at breast height ≥10 cm were evaluated twice, eight months apart. Basal area, volume, and annual volumetric increment (AVI) were calculated, and volumes were compared using Welch t tests. **Results:** There were 43, 31, and 103 individuals in T0, T1, and T2, respectively. Volume increased from 0.112 to 0.135 m³ in T0, from 0.102 to 0.162 m³ in T1, and from 0.175 to 0.373 m³ in T2. No difference was found between T0 and T1 (p=0.466), whereas T2 showed higher values than T0 (p=0.020) and T1 (p=0.034). Mean AVI was 7.43%, 8.62%, and 8.36% for T0, T1, and T2. **Conclusion:** Refinement produced the greatest absolute volume increment during follow-up and was statistically superior to both the control and release treatments. These findings support selective silvicultural interventions to enhance secondary-forest productivity, while longer-term monitoring is needed.

Keywords: secondary forest; silviculture; volumetric increment; release treatment; refinement; forest management.

INTRODUCCIÓN

Los bosques secundarios tropicales constituyen componentes dinámicos del paisaje y pueden contribuir a la recuperación de cobertura vegetal, biodiversidad, productividad y servicios ecosistémicos después de perturbaciones naturales o antrópicas. El manejo forestal contemporáneo busca integrar objetivos ecológicos, productivos y sociales, por lo que estos ecosistemas representan una oportunidad para combinar restauración y aprovechamiento sostenible.[2,3]

La silvicultura permite modificar de manera dirigida la competencia y las condiciones de crecimiento del rodal. Entre las intervenciones aplicables a bosques latifoliados se encuentran la liberación de árboles seleccionados, el corte de lianas y el refinamiento o raleo de individuos que limitan el desarrollo de especies deseables. Estas prácticas pretenden aumentar la disponibilidad de luz y recursos para los árboles remanentes sin perder de vista la estructura y función del ecosistema.[4,5]

La respuesta de los bosques secundarios depende de su estado sucesional, de la composición florística y de factores ambientales. Estudios en bosques sucesionales de la región andina y amazónica muestran que la riqueza y la estructura pueden variar notablemente entre sitios y etapas de recuperación, por lo que el efecto de un tratamiento silvicultural no puede extrapolarse de manera automática entre rodales.[6-8]

En el ámbito de Tingo María y Tulumayo se han descrito respuestas del crecimiento a la corta de lianas, la iluminación y otros tratamientos, además de variaciones locales en composición y diversidad arbórea. Estos antecedentes justifican evaluar simultáneamente la composición florística y el cambio volumétrico bajo intervenciones contrastantes, especialmente en periodos de seguimiento definidos.[9-14]

La investigación de origen evaluó un bosque secundario del Centro de Investigación y Producción Tulumayo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva mediante un testigo, liberación y refinamiento.[1] El objetivo del presente artículo fue evaluar el efecto del manejo silvicultural sobre el incremento volumétrico del bosque secundario y describir su composición florística por tratamiento.

MÉTODOS

Diseño y área de estudio

Se realizó un estudio aplicado, cuasiexperimental y longitudinal en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo Anexo Divisoria y Puerto Súngaro (CIPTALD), perteneciente a la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en el distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, Huánuco. El área corresponde a bosque muy húmedo tropical y presenta clima cálido, con temperatura aproximada entre 17 y 32 °C, humedad relativa cercana a 87% y precipitación anual promedio de 2500 mm.[1]

Tratamientos y mediciones

La superficie total fue de 0,83 ha. El tratamiento T0 (0,33 ha) permaneció sin intervención; T1 (0,27 ha) correspondió a liberación, con eliminación selectiva de arbustos, árboles competidores, lianas, bejucos y cañabrava para favorecer individuos prometedores; y T2 (0,23 ha) correspondió a refinamiento, con eliminación adicional de vegetación que limitaba el desarrollo de especies de sucesión tardía. Se inventariaron árboles con DAP ≥10 cm de acuerdo con criterios de inventario de flora y vegetación.[1,15]

Las mediciones se efectuaron el 27-28 de abril de 2024 y el 30 de noviembre de 2024. El DAP se midió a 1,30 m del suelo con cinta diamétrica y la altura con clinómetro. La identificación botánica se apoyó en colecta, prensado y revisión dendrológica. El incremento volumétrico anual porcentual se estimó con la expresión de Wadsworth basada en el cambio entre el volumen inicial y final ajustado por el tiempo transcurrido.[1,16]

Análisis estadístico

Los datos fueron organizados en hoja de cálculo y procesados con InfoStat. Se resumieron composición florística, área basal, volumen e IVA por tratamiento. Para comparar el volumen entre tratamientos se utilizaron pruebas t para dos muestras con varianzas desiguales (Welch), con pruebas bilaterales y nivel de significación de 0,05.[1]

Consideraciones éticas

El estudio se desarrolló en un área de investigación institucional de la Universidad Nacional Agraria de la Selva y no involucró seres humanos ni animales de experimentación. Por su naturaleza silvicultural y de inventario forestal, no fueron aplicables procedimientos de consentimiento informado. Las actividades de campo se realizaron en el marco académico de una tesis de pregrado y bajo las disposiciones institucionales aplicables al trabajo en el CIPTALD.

RESULTADOS

La estructura inicial difirió entre tratamientos: T0 reunió 43 individuos, T1 31 y T2 103. La mayor riqueza correspondió a T2, con 16 familias, 17 géneros y 17 especies; T0 presentó 10 familias, 11 géneros y 13 especies; y T1, 8 familias, 10 géneros y 10 especies. Esta heterogeneidad de partida debe considerarse al interpretar las comparaciones de crecimiento entre parcelas (Tabla 1).

Tabla 1. Características de los tratamientos y composición florística

Tratamiento	Área	Intervención	Individuos	Familias	Géneros	Especies
T0	0,33 ha	Testigo, sin intervención	43	10	11	13
T1	0,27 ha	Liberación	31	8	10	10
T2	0,23 ha	Refinamiento	103	16	17	17

Durante el intervalo de ocho meses, el incremento absoluto de volumen fue de 0,023 m³ en T0, 0,060 m³ en T1 y 0,198 m³ en T2. El área basal también mostró el mayor aumento absoluto en T2 (0,026 m²), frente a 0,005 m² en T1 y 0,002 m² en T0, lo que señala una respuesta más marcada del tratamiento de refinamiento en el periodo observado (Tabla 2).

Tabla 2. Área basal y volumen en la primera y segunda evaluación

Tratamiento	AB inicial (m²)	AB final (m²)	Δ AB (m²)	V inicial (m³)	V final (m³)	Δ V (m³)
T0	0,032	0,033	0,002	0,112	0,135	0,023
T1	0,027	0,032	0,005	0,102	0,162	0,060
T2	0,036	0,062	0,026	0,175	0,373	0,198

El IVA promedio por tratamiento fue 7,43% en T0, 8,62% en T1 y 8,36% en T2. Las especies con los valores individuales más altos fueron Ficus insipida (19,56%), Vernonia baccharoides (15,77%) y Virola weberbaueri (14,38%) en T0; Schizolobium parahyba (24,57%) en T1; e Inga edulis (22,53%), Genipa americana (17,12%) y Neea divaricata (15,91%) en T2 (Tabla 3).

Tabla 3. Incremento volumétrico anual de especies destacadas por tratamiento

Tratamiento	Especie	IVA (%)
T0	Ficus insipida	19,56
T0	Vernonia baccharoides	15,77
T0	Virola weberbaueri	14,38
T1	Schizolobium parahyba	24,57
T2	Inga edulis	22,53
T2	Genipa americana	17,12
T2	Neea divaricata	15,91
Promedio T0	-	7,43
Promedio T1	-	8,62
Promedio T2	-	8,36

En las comparaciones inferenciales, T0 y T1 no mostraron diferencia estadísticamente significativa (t=-0,733; p=0,466). En cambio, T2 presentó un volumen superior a T0 (t=-2,423; p=0,020) y a T1 (t=-2,202; p=0,034). En conjunto, las pruebas apoyan una respuesta volumétrica mayor bajo refinamiento durante el periodo de seguimiento (Tabla 4).

Tabla 4. Comparaciones del volumen entre tratamientos mediante prueba t de Welch

Comparación	t	gl	p bilateral	Interpretación
T0 vs T1	-0,733	57	0,466	Sin diferencia significativa
T0 vs T2	-2,423	42	0,020	T2 > T0
T1 vs T2	-2,202	38	0,034	T2 > T1

DISCUSIÓN

El principal hallazgo fue que el tratamiento de refinamiento presentó el mayor incremento absoluto de volumen y diferencias significativas frente al testigo y la liberación durante ocho meses. El resultado es coherente con la lógica silvicultural de reducir competencia alrededor de los individuos remanentes para mejorar el acceso a luz y recursos; sin embargo, la magnitud observada debe interpretarse dentro del contexto específico del rodal y del corto periodo de seguimiento.[4,5,17,18]

La ausencia de diferencia entre T0 y T1 sugiere que la liberación aplicada no produjo una respuesta volumétrica suficientemente grande para separarse del crecimiento natural en el intervalo evaluado. Estudios locales sobre corta de lianas y tratamientos intermedios han descrito respuestas positivas, pero variables según categoría de tamaño, intensidad de intervención y tiempo de evaluación.[9,10]

Un aspecto relevante es que el IVA promedio fue ligeramente mayor en T1 que en T2, mientras que el incremento absoluto de volumen fue claramente mayor en T2. No se trata de resultados contradictorios: el IVA resume cambios relativos por especie y tiempo, mientras que el volumen agregado refleja la magnitud total de crecimiento del conjunto evaluado. La interpretación principal, por tanto, debe centrarse en el cambio volumétrico y en las comparaciones inferenciales reportadas.

La composición florística también fue heterogénea entre tratamientos. T2 contenía más individuos y mayor riqueza de familias, géneros y especies que T0 y T1. La literatura sobre sucesión secundaria muestra que la estructura florística puede cambiar de acuerdo con historia de perturbación, topografía, clima y disponibilidad de propágulos; por ello, la composición inicial constituye un factor de contexto que puede modificar la respuesta al manejo.[6-8,11-14]

Los valores elevados de IVA en Schizolobium parahyba, Inga edulis, Ficus insipida y otras especies sugieren que la respuesta puede concentrarse en taxones con estrategias de crecimiento distintas. En estudios de bosques secundarios se ha destacado que la disponibilidad de luz y la competencia influyen en la regeneración y el crecimiento de especies heliófitas y de interés productivo, lo cual sustenta el uso de intervenciones selectivas más que tratamientos uniformes.[17,19,20]

Entre las limitaciones se encuentran la asignación de tratamientos a superficies distintas, la heterogeneidad florística de partida, el seguimiento de ocho meses y la ausencia de mediciones complementarias de suelo, microclima y disponibilidad de luz. El análisis se basó en los datos y pruebas estadísticas reportados en la investigación de origen; por ello, estudios posteriores deberían incorporar diseños con réplicas independientes, periodos de al menos un año y modelos que controlen el tamaño inicial del árbol y la variación ambiental.[1]

Como fortaleza, el estudio realizó dos mediciones de campo sobre árboles identificados y comparó intervenciones silviculturales aplicables a la gestión de bosques secundarios. Los resultados proporcionan una base empírica local para priorizar tratamientos que favorezcan el crecimiento sin sustituir el seguimiento ecológico de largo plazo.

En conclusión, el refinamiento fue el tratamiento con mayor incremento absoluto de volumen y presentó valores significativamente superiores al testigo y a la liberación durante el periodo de seguimiento. La liberación no difirió del testigo, pese a mostrar un incremento intermedio. La aplicación de tratamientos selectivos puede contribuir al manejo productivo y sostenible de bosques secundarios, pero su efectividad debe confirmarse con evaluaciones más prolongadas y diseños que controlen la heterogeneidad inicial del rodal.

REFERENCIAS

1. Mezarino Blas DA. Incremento volumétrico como efecto del manejo silvicultural en un bosque secundario en Tulumayo, Pueblo Nuevo, Huánuco, Perú [tesis de pregrado]. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2025.
2. Aguirre O. Manejo forestal en el siglo XXI. Madera Bosques. 2015;21(número especial):17-28.
3. Sears R, Guariguata M, Cronkleton P, Miranda C. Gestionando algo pasajero: el bosque secundario en Perú. Bogor: CIFOR; 2022. Vol. 361.
4. Lamprecht H. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Rossdorf: GTZ; 1990.
5. Louman B, Quirós D, Nilsson M, editores. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba: CATIE; 2001.
6. Yepes A, Jaramillo S, Del Valle J, Orrego S. Diversidad y composición florística en bosques sucesionales andinos de la región del Río Porce, Colombia. Actual Biol. 2007;29(86):1-11.
7. Jadán O, Toledo C, Tepán B, Cedillo H, Peralta A, Zea P, et al. Comunidades forestales en bosques secundarios alto-andinos (Azuay, Ecuador). Bosque. 2017;38(1):141-154.
8. Paredes C, Ferro J, Lozano P. Estructura arbórea en el bosque secundario de la Estación Biológica Pindo Mirador, Pastaza, Ecuador. Arnaldoa. 2020;27(2):535-552.
9. Valdivia J. Respuesta de la regeneración natural al tratamiento silvicultural de corta de lianas en el bosque residual de la UNAS, Tingo María [tesis de pregrado]. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2009.
10. Núñez B. Efectos del tratamiento silvicultural de corta intermedia en el Bosque Residual de Colinas, Tingo María [tesis de pregrado]. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2011.
11. Robles A. Influencia de la iluminación en la regeneración natural de especies arbustivas y arbóreas del bosque secundario del distrito de Pueblo Nuevo [tesis de pregrado]. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2024.
12. Lingan E. Análisis estructural de la vegetación arbórea en bosque secundario de Tulumayo Tingo María-Huánuco [tesis de pregrado]. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2023.
13. Grández S. Diversidad de especies arbustivas y arbóreas del bosque secundario en Tulumayo, Pueblo Nuevo, Huánuco, Perú [tesis de pregrado]. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2025.
14. Herrera D. Diversidad de especies arbóreas e importancia ecológica del bosque secundario para la restauración de ecosistemas en Tulumayo, Huánuco, Perú [tesis de maestría]. Tingo María: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2025.
15. Ministerio del Ambiente. Guía de inventario de la flora y vegetación. Lima: Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural; 2015.
16. Wadsworth F. Producción forestal para América Tropical. Washington, DC: USDA, CATIE e IUFRO; 2000.
17. Arellano W. Determinación del potencial de madera comercial y la naturaleza de los tratamientos silviculturales, utilizando el muestreo diagnóstico [tesis de maestría]. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2021.
18. Abarca P, Meza V, Gamboa J. Evaluación de tratamientos silviculturales en la sostenibilidad de bosques tropicales en la Región Huetar Norte, Costa Rica. Rev Cienc Ambient. 2020;54(1):140-166.
19. Torres J. Caracterización de opciones de manejo de bosques secundarios, por comunidad étnica del distrito de Pevas, provincia de Ramón Castilla, región Loreto [tesis de pregrado]. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 2019.
20. Villalobos R. El manejo forestal del bosque secundario como alternativa de uso de la tierra en la zona norte de Costa Rica [tesis de maestría]. Cartago: Tecnológico de Costa Rica; 2020.

DECLARACIONES

Consideraciones éticas: La investigación no involucró seres humanos ni animales de experimentación. Se realizó en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en el marco académico de una tesis de pregrado y conforme a las disposiciones institucionales aplicables al trabajo de campo forestal.

Financiamiento: Autofinanciado por el autor.

Conflictos de interés: El autor declara no tener conflictos de interés.

Procedencia: Artículo derivado de la tesis de pregrado de Dennis Aquiles Mezarino Blas, Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2025.

Disponibilidad de datos: Los resultados analizados proceden de la tesis depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.