



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v10i4.4144>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

Estimación Dasométrica de una Plantación Forestal de *Pinus radiata* D. Don en la parroquia Palmira, provincia de Chimborazo

Dasometric Estimation of a Forest Plantation of *Pinus radiata* D. Don in the Palmira parish, province of Chimborazo

Estimativa Dasométrica de uma Plantação Florestal de *Pinus radiata* D. Don na freguesia de Palmira, província de Chimborazo

Jhoana Micaela Rojas-Altamirano ^I
jhoanarojasaltamirano@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0005-8550-6098>

Miguel Ángel Gualpa-Calva ^{II}
miguel.gualpa@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5392-036X>

Hernán Eriberto Chamorro-Sevilla ^{III}
hernan.chamorro@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8531-7116>

David Francisco Lara-Vásquez ^{IV}
francisco.lara@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0007-5859-0743>

Correspondencia: jhoanarojasaltamirano@gmail.com

***Recibido:** 01 de octubre de 2024 ***Aceptado:** 11 de noviembre de 2024 * **Publicado:** 07 de diciembre de 2024

- I. Ingeniera Forestal, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Recursos Naturales, Ingeniera Forestal, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Recursos Naturales, Decanato de Investigaciones, Ecuador.
- II. Ingeniero Forestal, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Recurso Naturales, Decanato de Investigaciones, Ecuador.
- III. Ingeniero en Sistemas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Recursos Naturales, Decanato de Investigaciones, Ecuador.
- IV. Ingeniero Forestal, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Decanato de Investigaciones, Ecuador.

Resumen

La necesidad de disponer de información técnica para la toma de decisiones de manejo de una plantación de *Pinus radiata* D. Don ubicada en la parroquia Palmira provincia de Chimborazo, implicó ejecutar un estudio para la estimación de parámetros dasométricos con el objetivo de evaluar el crecimiento y productividad en diámetro normal (DAP), área basal (AB), altura comercial (Hc), altura total (Ht), volumen comercial (Vc) y volumen total (Vt) de madera en pie. La recolección de datos para este análisis se llevó a cabo mediante un muestreo sistemático el cual se realizó por medio de la instalación de 14 parcelas circulares acorde a la superficie a valorar a través del tamaño de plantación >10 ha. Además, con la información levantada dentro de las 14 unidades de muestreo de 500 m² se midieron tres variables de crecimiento con las que se logró determinar tres parámetros de productividad. El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el cálculo de estimadores en lo que sus resultados mostraron el crecimiento de variables dasométricas cuyos resultados mostraron el crecimiento de la masa forestal en la que se evaluó datos como: diámetro a la altura del pecho (DAP) 12,93 cm, altura comercial (Hc) 5,97m, altura total (Ht) 7,96 m, área basal (AB) 0,01 m², volumen comercial (Vc) 0,05 m³ y volumen total (Vt) de 0,007 m³ por árbol. También se pudo estimar el volumen comercial y total de madera por hectárea el cual se halló en un rango de 21,48 m³·ha⁻¹ y 27,67 m³·ha⁻¹, resultados que indicaron una baja productividad de madera en pie de la plantación en estudio, lo que sugiere realizar un raleo a una intensidad del 25% y la aplicación de poda al restante 75% de árboles sobrantes. Mediante estos resultados lo que se pretende es contribuir a mejorar la calidad de la madera para una venta a futuro de esta.

Palabras claves: medición; dasometría; DAP; fuste; plantación forestal.

Abstract

The need to have technical information for making management decisions of a *Pinus radiata* D. Don plantation located in the Palmira parish, province of Chimborazo, involved executing a study to estimate dasometric parameters with the objective of evaluating the growth and productivity in normal diameter (DBH), basal area (AB), commercial height (Hc), total height (Ht), commercial volume (Vc) and total volume (Vt) of standing wood. The data collection for this analysis was carried out through systematic sampling which was carried out through the installation of 14 circular plots according to the surface to be valued through the plantation size >10 ha. Furthermore, with the

Estimación Dasométrica de una Plantación Forestal de *Pinus radiata* D. Don en la parroquia Palmira, provincia de Chimborazo

information collected within the 14 sampling units of 500 m², three growth variables were measured with which three productivity parameters were determined. The statistical analysis of the data was carried out by calculating estimators in which the results showed the growth of dasometric variables whose results showed the growth of the forest mass in which data such as: diameter at breast height (DBH) was evaluated. 12.93 cm, commercial height (Hc) 5.97m, total height (Ht) 7.96 m, basal area (AB) 0.01 m², commercial volume (Vc) 0.05 m³ and volume total (Vt) of 0.007 m³ per tree. It was also possible to estimate the commercial and total volume of wood per hectare, which was found in a range of 21.48 m³·ha⁻¹ and 27.67 m³·ha⁻¹, results that indicated a low productivity of standing wood. the plantation under study, which suggests thinning at an intensity of 25% and pruning the remaining 75% of excess trees. Through these results, the aim is to contribute to improving the quality of the wood for its future sale.

Keywords: measurement; dasometry; DAP; shank; forest plantation.

Resumo

A necessidade de dispor de informação técnica para a tomada de decisões de gestão de uma plantação de *Pinus radiata* D. Don localizada na freguesia de Palmira, província de Chimborazo, implicou a execução de um estudo para estimar parâmetros dasométricos com o objectivo de avaliar o crescimento e a produtividade em diâmetro normal (DAP), área basal (AB), altura comercial (Hc), altura total (Ht), volume comercial (Vc) e volume total (Vt) da madeira em pé. A recolha de dados para esta análise foi realizada através de amostragem sistemática que se realizou através da instalação de 14 parcelas circulares de acordo com a superfície a valorizar através do tamanho da plantação >10 ha. Além disso, com as informações coletadas nas 14 unidades amostrais de 500 m², foram medidas três variáveis de crescimento com as quais foram determinados três parâmetros de produtividade. A análise estatística dos dados foi realizada através do cálculo de estimadores em que os resultados mostraram o crescimento das variáveis dasométricas cujos resultados mostraram o crescimento da massa florestal em que foram avaliados dados como: diâmetro à altura do peito (DAP) 12,93 cm., altura comercial (Hc) 5,97m, altura total (Ht) 7,96 m, área basal (AB) 0,01 m², volume comercial (Vc) 0,05 m³ e volume total (Vt) de 0,007 m³ por árvore. Também foi possível estimar o volume comercial e total de madeira por hectare, que foi encontrado na faixa de 21,48 m³·ha⁻¹ e 27,67 m³·ha⁻¹, resultados que indicaram baixa produtividade de madeira em pé no plantio. estudo, que sugere

desbaste na intensidade de 25% e poda dos 75% restantes das árbores excedentes. A través destes resultados pretende-se contribuir para a melhoria da qualidade da madeira para a sua futura comercialización.

Palabras-chave: medición; dasometria; PAD; haste; plantación florestal.

Introducción

Las plantaciones forestales abarcan alrededor de 131 millones de ha, lo que representa el 3% del área de bosque mundial y el 45% de la superficie total de bosques plantados (FAO, 2021), aportando a la conservación de la biodiversidad al ser abrigo de muchas especies, incluso algunas amenazadas (Sánchez-Londoño et al., 2021).

En este contexto la dinámica de crecimiento de las especies arbóreas se centra en comprender cómo los árboles crecen, se desarrollan e interactúan con su entorno a lo largo de su ciclo de vida, abarcando una variedad de procesos biológicos, ecológicos y ambientales que son fundamentales para su manejo y conservación (Alverca Álvarez, 2016) (Quiñónez Barraza et al., 2024). Este conocimiento permitirá dar alternativas para un buen manejo forestal, por parte de poblaciones locales e instituciones gubernamentales, mejorando así la calidad de vida de las comunidades (Cossío et al., 2014) (Mendoza et al., 2014).

Un ejemplo notable para este estudio es el género *Pinus*, comúnmente conocido como Pino, que comprende plantas vasculares que se hallan dentro de la familia Pinaceae (Polanco Zambrano, 2017). Para llevar a cabo este ensayo se trabajó con la especie *Pinus radiata* D. Don. originario de los Estados Unidos de América, el cual alcanza alturas de entre 15 y 50 m, raramente 60 m con un DAP de 30 a 90 cm (Aguilera R., 2001).

Esta especie fue introducida en el Ecuador en el año 1905 y plantada a gran escala en el páramo del volcán Cotopaxi extendiéndose su uso para todo el país desde el año 1960, la forestación con esta especie fue impulsada por su rápido crecimiento como por su alta calidad maderera (Guayasamín, 2000). (Hong et al., 2014). Convirtiéndose en una muy buena alternativa para frenar la presión que los bosques naturales ante la deforestación (Simons, 2020).

En base a lo manifestado en los párrafos anterior se puede recalcar que la dasometría juega un rol fundamental en el campo forestal, al ser una disciplina que se relaciona con la medida y estimación de las dimensiones, crecimiento y desarrollo de las plantaciones forestales (CATIE, 1981).

Estimación Dasométrica de una Plantación Forestal de *Pinus radiata* D. Don en la parroquia Palmira, provincia de Chimborazo

Actualmente la dasometría utiliza técnicas y herramientas como dendrómetros, altímetros y sistemas de información geográfica (SIG) para medir el diámetro, altura, densidad y el volumen de los árboles entre otras variables de interés (Corvalan et al., 1987) (Diéguez-Aranda et al., 2009) (Paullan Borja, 2024), permitiendo a los gestores forestales evaluar la productividad de la plantación asegurando su conservación y uso responsable de las plantaciones forestales (Astrain & Olabe, s. f.)

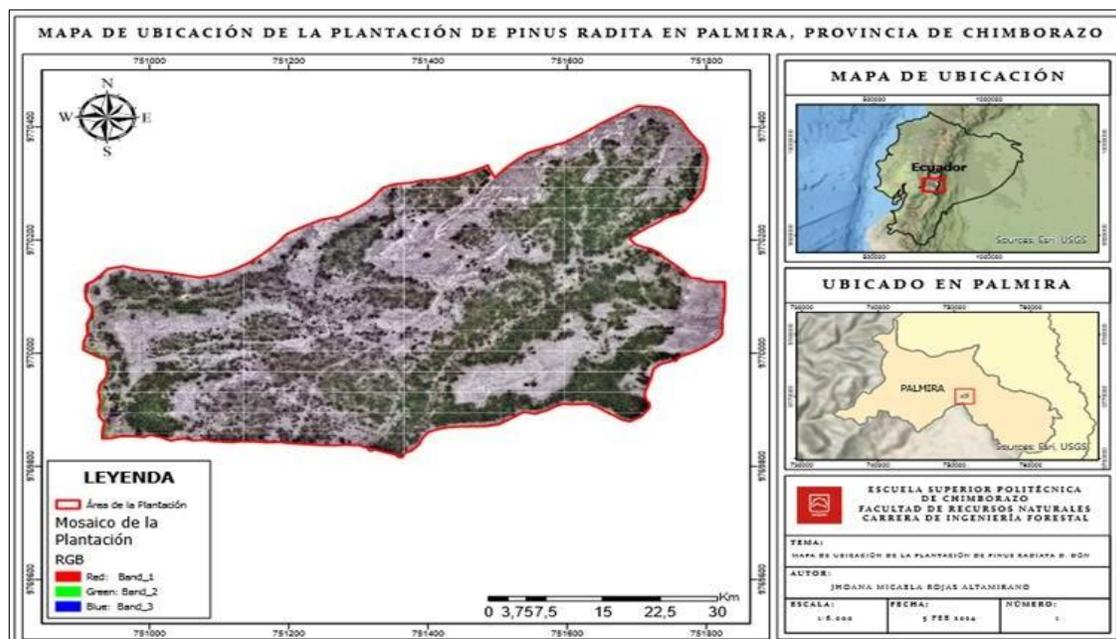
La investigación tiene como objetivo estimar las variables dasométricas de crecimiento y productividad en diámetro normal (DAP), área basal (AB), altura comercial (Hc), altura total (Ht), volumen comercial (Vc) y volumen total (Vt) de madera en pie de una plantación de *Pinus radiata* en la parroquia Palmira del cantón Guamote provincia de Chimborazo, con el fin de obtener información actualizada y formular una acción de manejo para la plantación en estudio. Las cual tiene fin servir como modelo para satisfacer la demanda de materia prima y la reducción de la presión sobre los bosques nativos en la provincia y la zona centro del país.

Metodología

a. Área de estudio

La presente investigación se efectuó en una plantación de *Pinus radiata* D. Don, que cubre una extensión de 34,98 hectáreas, con un área neta de 19 hectáreas de masa forestal ubicada en la parroquia de Palmira, provincia de Chimborazo, a una altura de 2560 – 4200 msnm, metros sobre el nivel del mar, coordenadas UTM: X: 751727; Y: 9770343. El clima de la parroquia es característico de las zonas frías debido a su ubicación en la región del páramo ecuatoriano piso frío o páramo, acompañado de una temperatura que varía entre 1 y 10 °C, y un régimen de lluvias y sequías acompañado por un invierno húmedo y frío desde los meses de octubre a mayo. La precipitación en el mes de agosto (el más seco de todo el año) es de 33 mm, mientras en el mes de marzo, la precipitación alcanza su pico, con un promedio de 549 mm (GAD Parroquial Palmira, 2023).

Estimación Dasométrica de una Plantación Forestal de *Pinus radiata* D. Don en la parroquia Palmira, provincia de Chimborazo



b. Colecta de datos

El inventario forestal se desarrolló a través de un diseño de muestreo sistemático, con una intensidad del 3,68 % que corresponde a la instalación 14 parcelas circulares de 500 m² cuyo radio fue de 12,62 m por cada parcela en las que se tomó el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), Altura total (Ht), Altura Comercial (Hc), Área Basal (AB), Volumen Total (Vt) y Comercial (Vc) (Diéguez-Aranda et al., 2005).

El registro de variables de crecimiento de los árboles de *Pinus radiata* ubicados dentro de cada parcela fueron el diámetro a la altura del pecho (DAP) mismo que se midió con cinta métrica. Para estimar la altura total del árbol se utilizó el clinómetro Suunto, con el que se tomó datos de altura desde la base del tronco hasta el ápice de la copa. Para la altura comercial del árbol se utilizó el clinómetro Suunto, con el que se tomó datos desde la base del fuste hasta el punto donde el árbol puede ser aprovechado como madera para el aserrío. (Juárez Félix, 2014) .

Luego de haber obtenido las variables de diámetro y altura de los árboles para elaborar los resultados de crecimiento y productividad se aplicó las siguientes fórmulas (Tabla 1)

Tabla 1. Fórmulas fundamentales para el cálculo de variables dasométricas

Estimación Dasométrica de una Plantación Forestal de Pinus radiata D. Don en la parroquia Palmira, provincia de Chimborazo

Parámetro	Fórmula	Descripción
N.º Árboles/Parcela	$Nap = \frac{st}{np}$	Donde: Nap: Número de árboles/parcela st: Sumatoria de todos los árboles de las parcelas np: Número de parcelas establecidas
Número de árboles/ha	$Nah = \frac{N^{\circ}ap}{0,025}$	Donde: Nah: Número de árboles por hectárea Nap: N.º Árboles/Parcela 0,025: área de la parcela circular (m ²) /10 000 m ²
DAP	$DAP = \frac{CAP}{\pi}$	Donde: DAP: Diámetro a la altura del pecho, (m) CAP: Circunferencia a la altura del pecho, (m) π: 3.1416
Altura total	$Ht = (A+B) *d$	Donde: Ht: Altura total, (m) A: Ángulo del extremo superior del árbol, (%) B: Ángulo de la base del árbol, (%) d: Distancia horizontal del árbol, (m)
Altura comercial	$Hc = (A+B) *d$	Donde: Hc: Altura comercial, (m) A: Ángulo del fuste comercialmente aprovechable, (%) B: Ángulo de la base del árbol, (%) d: Distancia horizontal del árbol, (m)
Área basal	$AB = \frac{\pi * DAP^2}{4}$	Donde: AB: Área basal, (m ²) π: 3.1416 DAP: Diámetro a la altura del pecho, (m)
	$Vt = AB *Ht *ff$	Donde: Vt: Volumen total de madera, (m ³) AB: Área basal, (m ²)

Estimación Dasométrica de una Plantación Forestal de *Pinus radiata* D. Don en la parroquia Palmira, provincia de Chimborazo

Volumen total		Ht: Altura total, (m) ff: Factor de forma del pino (0,5)
Volumen comercial	$V_c = AB * H_c * ff$	Donde: Vc: Volumen comercial de madera, (m ³) AB: Área basal, (m ²) Hc: Altura comercial, (m) ff: Factor de forma del pino
Volumen total/hectárea	$V_t = \frac{V_t * N^{\circ} \text{arboles}}{ha}$	Donde: Vt/ha: Volumen total/hectárea, (m ³) Vt: Volumen total (m ³) N°árboles/ha: Número de árboles/hectárea
Volumen comercial/hectárea	$V_c = \frac{V_c * N^{\circ} \text{arboles}}{ha}$	Donde: Vt/ha: Volumen total/hectárea, (m ³) Vt: Volumen total (m ³) N°árboles/ha: Número de árboles/hectárea
Volumen total/área neta de la plantación	$\frac{V_t}{anp} + \frac{V_t}{ha} * anp$	Donde: Vt/anp: Volumen total/área neta de plantación, (m ³) Vt/ha: Volumen total/hectárea (m ³) anp: Área neta de plantación
Volumen comercial/área neta de la plantación	$\frac{V_c}{anp} + \frac{V_c}{ha} * anp *$	Donde: Vc/anp: Volumen comercial/área neta de plantación, (m ³) Vc/ha: Volumen comercial/hectárea (m ³) anp: Área neta de plantación

Fuente: (Diéguez-Aranda et al., 2005)

Análisis estadístico

A los datos de crecimiento y productividad en diámetro normal, área basal (AB), altura comercial (Hc), altura total (Ht), volumen comercial (Vc) y volumen total (Vt) se calcularon estimadores estadísticos. Para el análisis se utilizó los softwares: SPSS Statistics 22 e Infostat.

Resultados y discusiones

a. Diámetro a la altura del pecho (DAP) promedio por árbol

El Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) promedio de la plantación en estudio “12,93 cm”, con una desviación estándar de 4,44 cm, expuso una notable variabilidad en el diámetro de los árboles, sin embargo, el coeficiente de variación del 34,32 % indicó una dispersión considerable en relación con el promedio. Además, los límites de confianza de 12,41 cm a 13,45 cm indicaron que hay un 95 % de probabilidad de que el DAP promedio real de todos los árboles se encuentre dentro de este rango (Tabla 2).

b. Altura comercial promedio por árbol (Hc)

La altura comercial (Hc) promedio de los árboles “5,97 m” con una desviación estándar de 2,53 m, mostró una considerable variabilidad en las alturas comerciales ya que el coeficiente de variación del 42,35 % reflejó una alta dispersión relativa en comparación con el promedio. Además, el intervalo de confianza al 95 %, que va de 5,68 a 6,27 m, reveló que existe un 95 % de probabilidad que la media real de la altura comercial de todos los árboles de la plantación se encuentre dentro de este rango (Tabla 2).

c. Altura total promedio por árbol Ht (m)

La altura total (Ht) promedio de los árboles “7.6 m”, con una desviación estándar de 2.88 metros, reveló una considerable variabilidad en las alturas. Además, el intervalo de confianza al 95 %, que va de 7.62 a 8.30 metros, sugiere que hay un 95 % de probabilidad de que la verdadera media de la altura comercial de todos los árboles se encuentre dentro de este rango (Tabla 2).

d. Área basal promedio por árbol. AB (m²)

El área basal (AB) promedio por árbol en la plantación “0,01 m²”, con un coeficiente de variación del 88,79 %, señala una alta variabilidad en los tamaños de los árboles lo que sugiere, una amplia dispersión en relación con la media y refleja una considerable diferencia en los tamaños de los árboles dentro de la plantación. Además, el intervalo de confianza del 95 %, que va de 0,01 a 0,02 m², reafirmó que hay un 95 % de probabilidad de que el área basal promedio real de los árboles se encuentre dentro de este rango (Tabla 2).

e. Volumen comercial promedio por árbol. Vc (m³)

El volumen comercial (Vc) promedio por árbol de la plantación “0,05 m³”, con una alta variabilidad reflejada en una desviación estándar de 0,09 m³ y un coeficiente de variación muy alto de 167,32 %, mostró una gran dispersión en los volúmenes comerciales entre los árboles. Además, el intervalo de

Estimación Dasométrica de una Plantación Forestal de *Pinus radiata* D. Don en la parroquia Palmira, provincia de Chimborazo

confianza al 95 %, de 0,04 a 0,06 m³, indicó que hay un 95 % de probabilidad de que el verdadero volumen comercial promedio se encuentre dentro de este rango (Tabla 2).

f. Volumen total promedio por árbol. Vt (m³)

El volumen total (Vt) promedio de los árboles “0,07 m³”, con una desviación estándar de 0.11 m³, reveló una gran variabilidad en los volúmenes entre los árboles. Además, el intervalo de confianza al 95 %, que se contempla de 0.06 y 0.08 m³, sugiere que hay una alta probabilidad de que el verdadero volumen total promedio se encuentre dentro de este rango (Tabla 2).

g. Área basal por hectárea. AB·ha⁻¹ (m²)

En lo que se refiere al Área Basal (AB) promedio proyectado por hectárea 5,87 m²·ha⁻¹, con un intervalo de confianza de 5,25 a 6,48 m²·ha⁻¹ se demostró, que la suma de las áreas basales de todos los árboles por hectárea son un indicador clave de la densidad y productividad de la plantación (Tabla 2).

h. Volumen comercial Vc·ha⁻¹ (m³); y total por hectárea Vt·ha⁻¹ (m³)

El volumen comercial promedio de madera por hectárea se exhibió en 21.48 m³·ha⁻¹, con un intervalo de confianza al 95 % que se encuentra entre 17.24 y 25.72 m³·ha⁻¹, señala que este valor promedio está dentro de este rango. De manera similar, el volumen total promedio de madera por hectárea de 27.67 m³·ha⁻¹, se halla dentro del intervalo de confianza de 22.70 a 32.63 m³·ha⁻¹ (Tabla 2).

i. Volumen comercial y total del área neta de plantación de *Pinus radiata*. (Vc/Área neta de plantación) (Vt/Área neta de Plantación)

Luego de realizar los cálculos pertinentes y considerando los parámetros estadísticos correspondientes, se determinó que, en el área neta de la plantación de 19 hectáreas, hay un volumen de madera comercial de 408.08 m³ y un volumen total de 525.70 m³ (Tabla 2).

Tabla 2. Estimadores estadísticos de las variables cuantitativas plantación evaluada

Variables	\bar{X}	Desv Sta	Cv	Lim conf (sup)	Lim conf (inf)	Error muest %
Nº Parcelas	14					
Área neta de la plantación (ha)	19					
Nº Árboles/Parcela	20	8,93	44,64	20,24	19,76	1,18

Estimación Dasométrica de una Plantación Forestal de *Pinus radiata* D. Don en la parroquia Palmira, provincia de Chimborazo

Nº Árboles·ha ⁻¹	400					
DAP (cm)	12,93	4,44	34,32	13,45	12,41	4,05
Hc (m)	5,97	2,53	42,35	6,27	5,68	5,00
Ht (m)	7,96	2,88	36,17	8,30	7,62	4,27
AB (m ²)	0,01	0,01	88,79	0,02	0,01	10,47
Vc (m ³)	0,05	0,09	167,3	0,06	0,04	19,74
Vt (m ³)	0,07	0,11	152,1	0,08	0,06	17,94
AB·ha ⁻¹ (m ²)	5,87			6,48	5,25	
Vc·ha ⁻¹ (m ³)	21,48			25,72	17,24	
Vt·ha ⁻¹ (m ³)	27,67			32,63	22,70	
Vc/Área neta de plantación	408,08					
Vt/Área neta de plantación	525,70					

En el estudio se evidencia que el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) presenta un promedio de 12,93 cm, con un coeficiente de variación del 34,32 %, demostrando diferencias en el crecimiento de los árboles, quizás por la competencia del recursos luz, agua y nutrientes (Fabián-Plesníková et al., 2020). En el caso de la altura comercial promedio (Hc) 5,97 m y la altura total (Ht) 7,96 m reflejan una variabilidad considerable, lo que indica que las condiciones ambientales y el manejo silvicultural juegan un papel crucial en el desarrollo de los árboles (Vacalla Ochoa, 2023). De igual manera se determina el AB en un promedio de 0,01 m², la cual según (Lendínez et al., 2013) (FAO, 2024), permite llevar a cabo una óptima planificación forestal al proporcionar información sobre la densidad y el espacio ocupado de árbol a árbol. Además, según este estudio el coeficiente de variación (Cv) de 88,79 %, muestra una alta heterogeneidad lo cual concuerda con lo manifestado.

El área basal promedio por hectárea es de 5,87 m² la cual oscila entre 4,94 y 13,92 lo que indica que tiene una espesura de masa clara (Lozano, 2017, p.30) esta área basal obtenida obedece a la cantidad de árboles reportados por hectárea, a pesar de ello para obtener madera de calidad a largo plazo se deben realizar actividades de manejo silvicultural con la ejecución de al menos un raleo y dos podas para la plantación evaluada.

En lo referente al volumen comercial promedio/ha (Vt·ha⁻¹ (m³) 21,48 m³·ha⁻¹ y volumen total promedio /ha (Vt·ha⁻¹ (m³) 27,67 m³·ha⁻¹, se resalta una baja productividad por la escasa aplicación

de actividades de gestión forestal resultados que concuerdan con los estudios realizados por (Pérez Silva, 2024) y (Guamán Tisalema, 2024). Por lo que se recomienda para futuras plantaciones en el sector la implementación de prácticas de manejo como fertilización inicial, raleos y podas con la finalidad de obtener rendimientos óptimos y madera de calidad (Ferrere et al., 2015).

Conclusiones

1. Esta investigación ha permitido estimar con precisión el crecimiento de la plantación en estudio, en términos de la altura promedio, el diámetro a la altura del pecho (DAP), y los volúmenes. El incremento medio anual (IMA) para volumen y altura fue de $2,73 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} / \text{año}$ y $1,13 \text{ m/año}$ respectivamente, siendo estos valores inferiores a los valores reportados por Ecuador forestal para esta especie establecida en la parroquia Palmira del Cantón Guamote.
2. Se elaboró una propuesta de manejo silvicultural que consiste en la aplicación de un raleo a una intensidad del 25% y la aplicación de poda al restante 75% de árboles sobrantes lo cual contribuirá a mejorar la calidad de la madera para una venta a futuro de esta.
3. Se expone una visión detallada de crecimiento y productividad de una plantación de *Pinus radiata* establecida en la parroquia Palmira del Cantón Guamote, en la que a través de nueve variables dasométricas evaluadas aplicadas en campo se logra desarrollar un estudio en el que se mostró el estado y crecimiento de la plantación.
4. Los resultados obtenidos del estudio resaltaron el potencial productivo de esta plantación, permitiendo que este hallazgo no solo se cimiente como una base sólida para el manejo silvicultural de una plantación en la provincia, sino que también se promueva el desarrollo de la producción forestal dentro y fuera de esta.
5. Se observa una alta variabilidad en las plantaciones de *Pinus radiata* de la parroquia Palmira, la cual se debe a varios factores. Una de las principales causantes de esta anomalía observados en campo es la competencia entre los árboles por luz, lo que genera diferencias significativas en el crecimiento de la plantación, lo cual se evidencia en todas las variables dasométricas estudiadas (DAP, Hc, Ht, AB, Vc, Vt.).
6. La variabilidad en la altura comercial y total de los árboles demuestra que las condiciones ambientales y el manejo silvicultural juegan un papel crucial en el desarrollo desigual de los

árboles, por lo tanto, se recomienda podas y raleos quienes podrían mitigar este comportamiento y mejorar el potencial productivo de la plantación.

Referencias

1. Aguilera R., anual. (2001). *Pinus radiata* D. Don. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/982Pinus%20radiata.pdf>
2. Alverca Álvarez, J. S. (2016). Dinámica de crecimiento de las especies forestales de una parcela permanente en el bosque seco de la Ceiba, Zapotillo, Loja Ecuador [bachelorThesis, Loja: Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec//handle/123456789/14351>
3. Astrain, T., & Olabe, F. (s. f.). Autor: Fermín Izco Cabezón Colaborador: Ana Ariz Argaya.
4. CATIE. (1981). CONCEPTOS BASICOS DE DASOMETRIA. file:///C:/Users/Inspiron%20P66F/Downloads/Conceptos_basicos_de_dasometria.pdf
5. Corvalan, P., Araya, L., Blanco, S., & Cox, F. (1987). Proyecto: El canelo, una alternativa de desarrollo forestal para la Décima Región de Chile. Volumen 3. Metodología.
6. Cossío, R., Menton, M., Cronkleton, P., & Larson, A. (2014). Community forest management in the Peruvian Amazon: A literature review. <https://doi.org/10.17528/cifor/004426>
7. Diéguez-Aranda, U., Castedo-Dorado, F., Anta, M., J.G., Á.-G., Rojo-Alboreca, A., & Ruiz-González, A. (2005). Prácticas de dasometría.
8. Diéguez-Aranda, U., Rojo-Alboreca, A., Castedo-Dorado, F., González, J., Anta, M., Crecente-Campo, F., González-González, J. M., Pérez Cruzado, C., Rodríguez-Soalleiro, R., López-Sánchez, C., Balboa-Murias, M., Varela, J., Sanchez-Rodriguez, F., & Gómez-García, E. (2009). Herramientas selvícolas para la gestión forestal sostenible en Galicia.
9. Fabián-Plesníková, I., Sáenz-Romero, C., Cruz de León, J., Martínez-Trujillo, M., Sánchez-Vargas, N. M., Fabián-Plesníková, I., Sáenz-Romero, C., Cruz de León, J., Martínez-Trujillo, M., & Sánchez-Vargas, N. M. (2020). Parámetros genéticos de caracteres de crecimiento en un ensayo de progenies de *Pinus oocarpa*. *Madera y bosques*, 26(3). <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2632014>
10. FAO. (2021). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 Informe principal. <file:///C:/Users/Inspiron%20P66F/Downloads/ca9825es.pdf>

11. FAO. (2024). Información básica | Conjunto de herramientas GFS | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules-alternative/forest-management-planning/basic-knowledge/es/>
12. Ferrere, P., Lupi, A. M., & Boca, T. (2015). Crecimiento del *Pinus radiata* sometido a diferentes tratamientos de raleo y poda en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Bosque (Valdivia)*, 36(3), 423-434. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002015000300009>
13. GAD Parroquial Palmira. (2023, 2027). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Palmira. [chrome-extension://efaidnbmninnibpcjpcglclefindmkaj/https://palmira.gob.ec/wp-content/uploads/2024/06/PDOT-PALMIRA-2023-2027_90-original.pdf](https://palmira.gob.ec/wp-content/uploads/2024/06/PDOT-PALMIRA-2023-2027_90-original.pdf)
14. Guamán Tisalema, F. L. (2024). Caracterización del crecimiento dasométrico de una plantación de *Pinus radiata* D. Don con fines de manejo silvicultural en la parroquia San Juan, provincia de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/22320>
15. Guayasamín, J. M. (2000). Ecuador Terra Incognita—Pinos, eucaliptos. https://terraecuador.net/revista_10/10_pinos.htm
16. Hong, Z., Fries, A., & Wu, H. X. (2014). High negative genetic correlations between growth traits and wood properties suggest incorporating multiple traits selection including economic weights for the future Scots pine breeding programs. *Annals of Forest Science*, 71(4), Article 4. <https://doi.org/10.1007/s13595-014-0359-3>
17. Juárez Félix, Y. (2014). *DASOMETRIA_Apuntes_de_Clase_y_Guia_de_Ac.pdf*. Google Docs. https://drive.google.com/file/d/1DwKpgrOKBYoMmDIBnPueqZNj9cOEImxT/view?usp=embed_facebook
18. Lendínez, C., Iturre, M. C., & Araujo, P. A. (2013). Crecimiento del área basal en parcelas permanentes de inventario forestal continuo.
19. Mendoza, Z. A., Ochoa, T. G., & Herrera, B. P. (2014). Dinámica de crecimiento de especies forestales establecidas en el Jardín Botánico El Padmi, Zamora Chinchipe, Ecuador. *CEDAMAZ*, 4(1), Article 1. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/239>

20. Paullan Borja, J. L. (2024). Comparación de alturas totales y áreas de copa en arboles de *Pinus radiata* D. Don mediante drones, en una plantación ubicada en la parroquia Palmira. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/22522>
21. Pérez Silva, L. J. (2024). Caracterización del crecimiento dasométrico de una plantación de *Pinus radiata* D. Don con fines de manejo silvicultural en la parroquia Sicalpa, provincia de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/22521>
22. Polanco Zambrano. (2017). Pinos (*pinus*): Características, reproducción, tipo de hoja y especies—Naturaleza y ecología. <https://naturaleza.animalesbiologia.com/plantas/arboles/pinos-pinus>
23. Quiñónez Barraza, Q. B., Corral-Rivas, J. J., & De Los Santos Posada, H. M. (2024). Dinámica de Crecimiento de Especies Arbóreas: Medición y Modelación. https://www.mdpi.com/journal/forests/special_issues/90S4C1W9RE
24. Sánchez-Londoño, J. D., Botero-Cañola, S., Villada-Cadavid, T., Sánchez-Londoño, J. D., Botero-Cañola, S., & Villada-Cadavid, T. (2021). Mamíferos silvestres en plantaciones forestales: ¿Una oportunidad para su conservación? *Caldasia*, 43(2), 343-353. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v43n2.85471>
25. Simons, R. N., Tony. (2020, marzo 21). Cinco (o seis) soluciones para salvar los bosques del mundo y restaurar los paisajes. CIFOR-ICRAF Forests News. <https://forestsnews.cifor.org/64753/cinco-o-seis-soluciones-para-salvar-los-bosques-del-mundo-y-restaurar-los-paisajes?fnl=en>
26. Vacalla Ochoa, J. (2023). Relación de altura total y comercial con el diámetro de los árboles en un bosque de terraza baja de la comunidad nativa Nuevo Libertad, distrito del Napo, Loreto, 2022. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/9735>