



Publicación Semestral. Vol. 3, No 2, julio-diciembre 2024, Ecuador (p. 39-52). Edición continua

DASOMETRÍA TEMPRANA DE BALSA (*OCHROMA PYRAMIDALE*), EN EL SITIO VEGA RIVERA, SANTA ROSA, ECUADOR

Pablo Villa Guerrero¹, Erik Quito León^{2*}

¹ Centro de Enseñanza y Capacitación del Campesinado del Azuay, Cuenca, Azuay, Ecuador.

² Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil, Guayas, Ecuador.

*Dirección para correspondencia: erik.quitol@ug.edu.ec

Fecha de Recepción: 07-05-2024

Fecha de Aceptación: 01-07-2024

Fecha de Publicación: 22-07-2024

Resumen

El estudio se centró en evaluar la dasometría temprana de *Ochroma pyramidale* en la zona de Vega Rivera, perteneciente al cantón Santa Rosa, provincia de El Oro, Ecuador. Con el objetivo de comprender su crecimiento inicial y adaptación al entorno. La metodología implicó la selección aleatoria de una muestra representativa de 322 árboles de una población total de 1978. Las variables evaluadas fueron: altura comercial (HC), diámetro a la altura del pecho (DAP), área basal (AB) y volumen maderable (V) en árboles de un año. Los resultados revelaron en promedio una HC de 6.601 m, DAP de 0.124 m, AB de 0.012 m² y V maderable se estimó en 0.064 m³. Estas cifras superaron mediciones anteriores en otras localidades a nivel nacional, evidenciando la adaptación positiva de la especie *Ochroma pyramidale* al entorno. Así, como su potencial en la restauración de áreas degradadas y en la producción sostenible de madera.

Palabras claves: *Ochroma pyramidale*, Dasometría, Vega Rivera.

IDs Orcid:

Villa-Guerrero, Pablo: <http://orcid.org/0000-0002-2708-5353>

Quito-León, Erik: <http://orcid.org/0000-0002-5589-5935>

Artículo científico: Dasometría temprana de Balsa (*Ochroma pyramidale*), en el sitio Vega Rivera, Santa Rosa, Ecuador

Publicación Semestral. Vol. 3, No 2, julio-diciembre 2024, Ecuador (p. 39-52)

EARLY DASOMETRY OF BALSA (*OCHROMA PYRAMIDALE*), AT THE VEGA RIVERA SITE, SANTA ROSA, ECUADOR

Abstract

The study focused on evaluating the early dasometry of *Ochroma pyramidale* in the Vega Rivera area, belonging to the Santa Rosa canton, El Oro province, Ecuador. With the aim of understanding their initial growth and adaptation to the environment. The methodology involved the random selection of a representative sample of 322 trees from a total population of 1978. The variables evaluated were: commercial height (HC), diameter at breast height (DBH), basal area (AB) and timber volume (V) in one-year-old trees. The results revealed an average HC of 6.601 m, DBH of 0.124 m, AB of 0.012 m² and timber V estimated at 0.064 m³. These figures exceeded previous measurements in other locations nationwide, evidencing the positive adaptation of the *Ochroma pyramidale* species to the environment. As well as its potential in the restoration of degraded areas and in the sustainable production of wood.

Keywords: *Ochroma pyramidale*; Dasometry; Vega Rivera.

1. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de los bosques tropicales enfrentan desafíos sustanciales derivados de varios factores, como la agricultura, la deforestación y la degradación del suelo, que se intensifican aún más con las actividades mineras artesanales (Alarcón-Aguirre et al., 2023; Arteaga et al., 2021; Giljum et al., 2022; Zhang et al., 2023). Estas actividades conducen a una rápida degradación de la tierra, pérdida de biodiversidad y alteraciones significativas de la diversidad microbiana, afectando especialmente el contenido de materia orgánica del suelo y la abundancia microbiana (Ferrer Velasco et al., 2023; Román-Dañobeytia et al., 2021). Además, la dependencia excesiva de la agricultura provoca la degradación de los nutrientes del suelo, la disminución del contenido de materia orgánica y la pérdida de microorganismos del suelo cruciales para el funcionamiento del ecosistema (Villa et al., 2021).

En este contexto, la conversión de las selvas tropicales en tierras agrícolas altera la diversidad vegetal y la estructura filogenética de las comunidades, subrayando la importancia de conservar los bosques restantes para salvaguardar la biodiversidad y la resiliencia de los ecosistemas (Ogana & Ogana, 2019). Por lo tanto, la búsqueda de especies forestales prometedoras que puedan desempeñar un papel clave en la restauración de bosques y la producción sostenible de madera se vuelve esencial (Park et al., 2010; Wishnie et al., 2007). Entre estas especies, la Balsa (*Ochroma pyramidale*) emerge como un recurso valioso debido a su rápido crecimiento y versatilidad en aplicaciones comerciales y ecológicas (Borrega & Gibson, 2015; Caravina et al., 2021; Harris, 2004; Rodríguez et al., 2015). La valoración de las plantaciones de balsa ha demostrado su rentabilidad, factibilidad y viabilidad, superando la tasa de mercado del 12% y mostrando que la inversión para preservar estas plantaciones es factible (Cañadas-López et al., 2019; Mora, 2011).

Conocer las características dasométricas y adaptativas de la Balsa es esencial para establecer su cultivo de manera efectiva en sistemas forestales (González et al., 2010). Sin embargo, la falta de información detallada sobre el desempeño de los árboles en diversos ambientes y su influencia en suelos degradados, especialmente aquellos afectados por la minería artesanal, plantea interrogantes cruciales sobre su potencial para la restauración de bosques y la mejora de la calidad del suelo (Bastien-Henri et al., 2010).

Artículo científico: Dasometría temprana de Balsa (*Ochroma pyramidale*), en el sitio Vega Rivera, Santa Rosa, Ecuador

Publicación Semestral. Vol. 3, No 2, julio-diciembre 2024, Ecuador (p. 39-52)

En el cantón Santa Rosa, áreas caracterizadas por una marcada actividad minera y una economía dependiente de cultivos como el cacao, la especie *Ochroma pyramidale* emerge como un recurso de gran interés debido a su rápido crecimiento y versatilidad en múltiples aplicaciones comerciales y ecológicas (Antolinez et al., 2020; Espejel-García et al., 2015; González et al., 2010). Esta zona, identificada por su fuerte dependencia agrícola y la presión ejercida sobre los suelos a causa de la minería artesanal, representa un entorno relevante para explorar el potencial de especies forestales como la Balsa en la restauración de paisajes degradados y la diversificación económica (Vite Jiménez, 2016)

Frente a esta situación, y basándonos en la capacidad de la balsa para un rápido crecimiento en sus primeras etapas de desarrollo, se plantea la hipótesis de que en el sitio Vega Rivera del cantón Santa Rosa se observará un incremento notable en la altura, diámetro y volumen maderable de los árboles jóvenes de balsa. Esta investigación tiene como objetivo evaluar el crecimiento inicial y los patrones dasométricos de la especie *Ochroma pyramidale* en el sitio Vega Rivera.

De esta manera, se podrá comprender la dinámica de crecimiento inicial de la especie en su etapa juvenil y su adaptación a las condiciones específicas del entorno. Esto permitirá caracterizar el desarrollo temprano de la balsa en el sitio de estudio y proporcionar información valiosa para su gestión y potencial incorporación en programas de restauración forestal y producción maderera sostenible.

2. METODOLOGÍA

2.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en las 1.78 hectáreas de la Hacienda "Margarita", ubicada en el sitio Vega Rivera, en el cantón Santa Rosa, provincia de El Oro, Ecuador, con coordenadas geográficas de 3°27'15" S de latitud y 79°46'33" W de longitud (Tabla 1). Esta hacienda se destaca por su topografía de suave colina, caracterizada por una pendiente leve que favorece tanto las actividades humanas como agrícolas.

Tabla 1. Características físicas y geográficas del área de estudio.

Variable	Valor
Altitud	110 msnm
Topografía	Irregular
Longitud	79° 46' 33'' Oeste
Latitud	3° 27' 15'' Sur

2.2 Condiciones edafoclimáticas

La plantación de balsa se encuentra en un clima subtropical caracterizado por una presencia constante de suaves vientos y lluvias ligeras (garuas) a lo largo del año, acompañadas de neblina. Las temperaturas varían entre 25°C y 26°C, y la precipitación anual oscila entre 2000 y 2500 mm. Los suelos en la superficie son mayoritariamente franco arcillo-limoso, mientras que a mayor profundidad predominan las arcillas pesadas. Tienen buen drenaje natural, son moderadamente profundos, tienen una fertilidad media y presentan un pH que oscila entre 6.5 y 7.0. (GAD La Victoria, 2013).

2.3 Información del rodal

El cultivo se sembró en marzo del 2021 con propósito comercial, a un espaciamiento de 3 metros entre plantas por 3 metros entre calle (9 m²/árbol), a una densidad poblacional de 1111 plantas por hectárea. En esta plantación, no se ha realizado ninguna intervención silvicultural de poda o raleo.

2.4 Selección de árboles para la muestra

De una población de 1978 árboles (N) se seleccionaron de forma aleatoria dentro del rodal una muestra representativa de 322 árboles. Se consideró un nivel de confianza del 95% y un límite aceptable del error muestral del 5%, mediante:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Artículo científico: Dasometría temprana de Balsa (*Ochroma pyramidale*), en el sitio Vega Rivera, Santa Rosa, Ecuador

Publicación Semestral. Vol. 3, No 2, julio-diciembre 2024, Ecuador (p. 39-52)

donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población.

σ = Desviación estándar poblacional estimada.

Z = Valor normal del intervalo de confianza.

e = Error muestral

2.5 Medición de variables

Se midieron cuatro variables dasométricas de carácter morfológico hacia cada uno de los árboles dentro de las unidades de muestreo. Se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura comercial (HC), el área basal (AB) y el volumen maderable (V). Todas estas variables fueron consideradas en una etapa temprana del desarrollo del sistema forestal (primer año de crecimiento). Estas variables fueron medidas de forma directa en campo con ayuda de instrumentos de medida y en otros casos han sido obtenidas del resultado del producto o relaciones de estas.

El diámetro a la altura del pecho, se obtuvo por medición directa con una cinta flexible se envolvió la circunferencia del tallo a una altura estándar a 1.3 m del suelo (CAP). Por medio de la relación entre la longitud de la circunferencia y el diámetro del tallo, se calculó el diámetro a la altura de referencia o diámetro a la altura del pecho (DAP), utilizando la fórmula:

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

donde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho, en m.

CAP = Circunferencia a la altura del pecho, en m.

$\pi = 3.1416$

Se calculó la altura comercial de los árboles (HC), con un clinómetro Suunto. Para este fin, se apuntó el clinómetro hacia la primera bifurcación del árbol, registrando el ángulo que muestra al momento de la lectura (α); además, de la distancia (D) de lectura hasta el árbol objetivo. El cálculo de la altura comercial se calculó por medio de:

$$HC = D \cdot \operatorname{tg}(\alpha)$$

donde:

HC = Altura comercial, en m.

D = Distancia al árbol, en m.

$\operatorname{tg}(\alpha)$ = Tangente del ángulo medido.

El área de la sección transversal del tronco a una altura de 1.30 metros desde el suelo o simplemente área basal (AB), se calculó mediante la relación del DAP y el área de la circunferencia del árbol, mediante:

$$AB = \frac{\pi}{4} (DAP^2)$$

donde:

AB = Área Basal, en m².

DAP = Diámetro a la altura del pecho, en m.

$\pi = 3.1416$

El volumen maderable (V), fue resultado del producto entre el DAP y la HC y un factor que depende de la especie del árbol y la forma del tronco que para este estudio fue 0.80 (MAE, 2010).

$$V = (AB)(HC)(FM)$$

donde:

V = Volumen maderable, en m³.

AB = Área Basal, en m².

Hc = Altura comercial, en m.

FM = Factor mórfico o de forma = 0.8

Artículo científico: Dasometría temprana de Balsa (*Ochroma pyramidale*), en el sitio Vega Rivera, Santa Rosa, Ecuador

Publicación Semestral. Vol. 3, No 2, julio-diciembre 2024, Ecuador (p. 39-52)

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Diámetro a la altura del pecho

El diámetro a la altura del pecho (DAP) en el primer año de *Ochroma pyramidale* mostró una media de 0.12364 m con una desviación estándar de 0.00288 m. La distribución presentó una mediana de 0.12372 m y una moda de 0.12603 m, con un rango de 0.11492 a 0.13148 m (Tabla 2). El DAP registrado en este estudio superó las mediciones obtenidas en árboles de balsa de un año de edad en los cantones de Valencia y Mocache, donde se registraron valores de 0.1027 m y 0.1025 m, respectivamente (Barragán, 2015). En contraste, Almagro y Jiménez (2013) reportaron un diámetro de 0.1482 m en una plantación de 12 meses, mientras que Paillacho (2010) registró 0.1871 m a los 14 meses, ambos valores superiores a los obtenidos en este estudio.

3.2 Altura comercial

La altura comercial (HC) promedio de los árboles de balsa de un año de edad fue de 6.61 m, con una desviación estándar de aproximadamente 0.168 m. Tanto la mediana (6.60 m) como la moda (6.511 m) indican una dispersión mínima y máxima de alturas, oscilando entre 6.136 y 7.031 m (Tabla 2). Según los estudios de Barragán (2015) en los cantones de Valencia y Mocache en la provincia de Los Ríos, se registraron alturas promedio de 6.27 m y 4.92 m, respectivamente, valores que se asemejan notablemente a los obtenidos en este estudio. Además, las zonas de vida analizadas por Barragán también corresponden a bosques húmedos tropicales, similar a la zona de Vega Rivera en el cantón Santa Rosa.

3.3 Área basal

El área basal (AB) promedio de los árboles estudiados fue de 0.01222 m², con una desviación estándar de 0.00055 m². La distribución presentó una mediana de 0.01224 m² y una moda de 0.01055 m², con un rango que varió entre 0.01055 y 0.01377 m² (Tabla 2). Este valor es superior a los registrados en la localidad de Mocache, con 0.01008 m², y en Valencia, con 0.011425 m² (Barragán, 2015).

3.4 Volumen maderable

El volumen maderable en los árboles de balsa fue estimado en un promedio de 0.06407 m³, con una desviación estándar de 0.06407 m³. Tanto la mediana como el promedio coincidieron en 0.06408 m³, indicando un rango que osciló entre 0.05588 y 0.07222 m³ (Tabla 2). En

estudios similares, Barragán (2015) registró volúmenes máximos de 0.09571 m³ y un promedio de 0.04332 m³ en Valencia, mientras que en Mocache alcanzó máximos de 0.06003 m³ con un promedio de 0.04276 m³.

Los resultados fueron atribuidos a factores propios a la estructura de los bosques de *O. pyramidale*, beneficiando su desarrollo. La apertura del dosel (> 15%) y el volumen de la hojarasca (> 0.10 cm) se destacaron como elementos clave, marcando diferencias notables con otras especies (Vleut et al., 2013). Además, estudios realizados por Vincent y Tanner (2013) en árboles de *Ochroma pyramidale* en invernadero indicaron que la adición de hojarasca al suelo generó un aumento en el área foliar. Esto facilitó a *Ochroma pyramidale* desarrollar copas grandes y densas, logrando el cierre del dosel en tan solo 2 años (Wishnie et al., 2007).

Además, los estudios realizados por Arteaga-Crespo et al. (2022) y Seabra et al., (2018) atribuyeron a *Ochroma pyramidale* la capacidad de influir en el aumento de la altura y el diámetro a través de la concentración de nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y la frecuencia de fertilización. Dalling et al., (1999) afirmaron que, en presencia de claros grandes y áreas despejadas, *Ochroma pyramidale* obtenía los mejores rendimientos, con una mayor inversión proporcional en biomasa foliar y tasas fotosintéticas más altas. Por otro lado, Vincent y Tanner (2013) coincidieron en que los nutrientes del suelo y las concentraciones foliares de nitrógeno y potasio influían en el desarrollo de *O. pyramidale*, aunque discreparon respecto al efecto del fósforo. Guimarães et al., (2018) demostraron que especies como *Tachigali vulgaris*, *Ochroma Pyramidale*, *Trattinnickia rhoifolia* y *Ceiba pentandra* utilizaban eficientemente los recursos, generando altas tasas de fotosíntesis bajo altos niveles de irradiancia, lo que les permitía tolerar el estrés lumínico.

Los estudios de Park et al., (2010), desarrollado en sitios de climas regionales en los que la precipitación anual varió de 1100 a 2226 mm, con estaciones secas de 4.1 a 6.7 meses, determinaron que indicadores de la condición del suelo como las medidas y posición de la pendiente, la textura del suelo (entre 5 a 10 cm), la rocosidad del subsuelo y el color del suelo (entre 20 a 50 cm) influyeron en el crecimiento de 12 especies forestales incluida *Ochroma Pyramidale*.

Artículo científico: Dasometría temprana de Balsa (*Ochroma pyramidale*), en el sitio Vega Rivera, Santa Rosa, Ecuador

Publicación Semestral. Vol. 3, No 2, julio-diciembre 2024, Ecuador (p. 39-52)

Tabla 2. Resumen estadístico descriptivo para las variables dasométricas de Balsa (*Ochroma pyramidale*) de un año de edad, en el sitio Vega Rivera, Santa Rosa, Ecuador.

Estadísticos		HC	DAP	AB	V
N		322	322	322	322
Media		6.60725	0.12364	0.01222	0.06407
IC 95% de la media	Inferior	6.58890	0.12333	0.01216	0.06373
	Superior	6.62561	0.12396	0.01228	0.06441
Mediana		6.60029	0.12372	0.01224	0.06408
Moda		6.51147	0.12603	0.01055 ^a	0.05588 ^a
Desviación estándar		0.16803	0.00288	0.00055	0.00313
Varianza		0.02823	8.30×10^{-6}	3.08×10^{-7}	9.81×10^{-6}
Mínimo		6.13588	0.11492	0.01055	0.05588
Máximo		7.03059	0.13148	0.01377	0.07222
Asimetría	Asimetría	0.01491	-0.18434	-0.14372	-0.00792
	Error estándar	0.13587	0.13587	0.13587	0.13587
Curtosis	Curtosis	-0.38312	-0.06231	-0.06493	-0.46185
	Error estándar	0.27093	0.27093	0.27093	0.27093
Normalidad Shapiro-Wilk	W	0.99597	0.99603	0.99662	0.99542
	Valor p	0.58300	0.59749	0.73482	0.46374
Percentiles	p25	6.48743	0.12171	0.01185	0.06167
	p50	6.60029	0.12372	0.01224	0.06408
	p75	6.73243	0.12579	0.01263	0.06638

Nota. Estadística descriptiva, para las variables dasométricas de balsa (*Ochroma pyramidale*). (N=322). HC = Altura comercial (m). DAP = Diámetro altura al pecho (m). AB = Área basal (m²). V = Volumen maderable en pie (m³). W=Estadístico, Shapiro-Wilk.

^aExiste más de una moda, solo se reporta la primera.

3.5 Distribución de la variable

Los valores de W obtenidos de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para las cuatro variables son mayores que 0.9, lo que sugiere que los datos se ajustan a una distribución normal. La hipótesis nula (H₀) de esta prueba establece que los datos siguen una distribución normal, mientras que la hipótesis alternativa (H₁) indica que los datos no se distribuyen normalmente. Además, los valores de p para las cuatro variables son mayores que 0.05, lo que sugiere que no existe suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de normalidad (Tabla 2).

La ligera asimetría positiva de HC y la curtosis negativa podrían sugerir una distribución levemente sesgada hacia valores más altos de altura, con una cola hacia los valores más altos. Esto podría ser resultado de condiciones favorables de crecimiento, como suelo rico, acceso suficiente a luz solar y agua, que han permitido un crecimiento prometedor en altura. La

asimetría y la curtosis moderadas pueden sugerir que, aunque la distribución tiende a la normalidad, hay algunas desviaciones de esa distribución típica, posiblemente debido a variaciones naturales o condiciones locales específicas (Figura 1).

Las desviaciones estándar y el RIC moderados podrían reflejar una variabilidad razonable en el crecimiento, posiblemente influenciada por condiciones ambientales variadas, diferencias en la genética de las plantas o incluso en la gestión del cultivo.

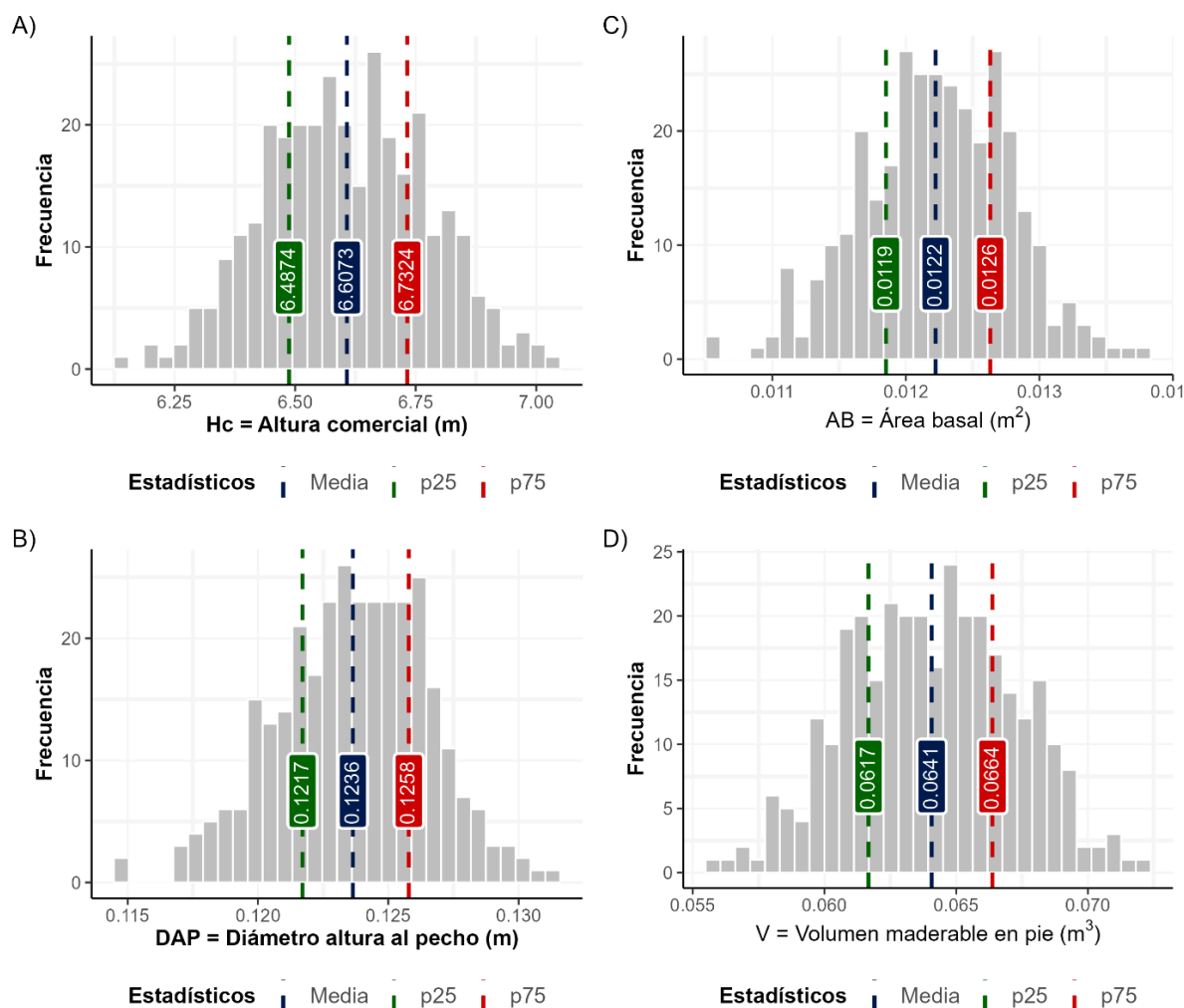


Figura 1. Distribución de variables dasométricas en árboles de un año de edad de Balsa (*Ochroma pyramidale*) en el sitio Vega Rivera, Santa Rosa, Ecuador. A) Altura comercial (m). B) Diámetro altura al pecho (m). C) Área basal (m²). D) Volumen maderable en pie (m³).

Artículo científico: Dasometría temprana de Balsa (*Ochroma pyramidale*), en el sitio Vega Rivera, Santa Rosa, Ecuador

Publicación Semestral. Vol. 3, No 2, julio-diciembre 2024, Ecuador (p. 39-52)

4 CONCLUSIÓN

Los árboles de balsa de un año en el área estudiada exhiben una altura comercial promedio de 6.60725 m, un diámetro a la altura del pecho de 0.12364 m, un área basal de 0.01222 m² y un volumen maderable de 0.06407 m³. Estos valores coinciden estrechamente con estándares de crecimiento previamente reportados para árboles jóvenes de la especie, confirmando su desarrollo uniforme.

A pesar de la uniformidad general, la variabilidad en las medidas, con una mediana de 6.60029 m (HC), 0.12372 m (DAP), 0.01224 m² (AB) y una moda de 6.51147 m (HC), 0.12603 m (DAP), 0.01055 m² (AB), resalta la complejidad intrínseca en el crecimiento y desarrollo de la balsa. Estos valores se encuentran dentro del rango de variabilidad esperado para la especie en este estadio de desarrollo. Los valores promedio para el área basal y el volumen maderable se alinean con estimaciones de producción maderera para árboles jóvenes de balsa en otras áreas similares. Esto sugiere un considerable potencial para la producción sostenible de madera en esta región, respaldando su viabilidad como recurso forestal.

La dispersión de los datos, indicada por una desviación estándar de aproximadamente 0.16803 m (HC), 0.00288 m (DAP), 0.00055 m² (AB) y 0.00313 m³ (V), se mantiene dentro de los rangos conocidos para esta etapa de crecimiento. Esto enfatiza la importancia de considerar la variabilidad natural al planificar y gestionar plantaciones de balsa.

5 REFERENCIAS

- Alarcón-Aguirre, G., Sajami Quispe, E., Vásquez Zavaleta, T., Ponce Tejada, L. V., Ramos Enciso, D., Rodríguez Achata, L., & Garate-Quispe, J. (2023). Vegetation dynamics in lands degraded by gold mining in the southeastern Peruvian Amazon. *Trees, Forests and People*, 11, 100369. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2023.100369>
- Almagro, P., & Jiménez, H. (2013). *Evaluación del crecimiento inicial de la Balsa (Ochroma pyramidale Cav. Ex Lam. Urb.) de dos procedencias, bajo cinco densidades poblacionales en el cantón Santo Domingo*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica del Ejército]. Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6542/1/T-ESPE-002473.pdf>
- Antolínez, E. Y., Almanza, P. J., Barona, A. F., Polanco, E., & Serrano, P. A. (2020). Estado actual de la cacaocultura: Una revisión de sus principales limitantes. *Ciencia y Agricultura*, 17(2), 1-11. <https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n2.2020.10729>
- Arteaga, M., Sánchez, P., Romero, O., Ocampo, I., Rivera, A., & García, I. G. (2021). Diversificación de ingresos de la agricultura familiar durante 2018 en Tehuatzingo, Libres, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(3), 395-408. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i3.2170>
- Arteaga-Crespo, Y., García-Quintana, Y., Bravo-Medina, C., & Ureta-Leones, D. (2022). Respuesta morfofisiológica de *Ochroma pyramidale* producida en viveros mediante tecnología biopot a la

fertilización con N, P, K utilizando un diseño óptimo personalizado. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 10(1), 31-43. <http://scielo.sld.cu/pdf/cfp/v10n1/2310-3469-cfp-10-01-31.pdf>

- Barragán, M. S. (2015). *Evaluación de la calidad de plantaciones de balsa Ochroma pyramidale (Cav. Ex Lam.) Urb. De un año de edad, en los cantones Valencia y Mocache, provincia de Los Ríos*. [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio digital de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3d64eec0-c196-4aee-a51c-1b2981f0cff3/content>
- Bastien-Henri, S., Park, A., Ashton, M., & Messier, C. (2010). Biomass distribution among tropical tree species grown under differing regional climates. *Forest Ecology and Management*, 260(3), 403-410. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.04.035>
- Borrega, M., & Gibson, L. J. (2015). Mechanics of balsa (*Ochroma pyramidale*) wood. *Mechanics of Materials*, 84, 75-90. <https://doi.org/10.1016/j.mechmat.2015.01.014>
- Cañadas-López, Á. Rade-Loor, D., Siegmund-Schultze, M., Moreira-Muñoz, G., Vargas-Hernández, J., Wehenkel, C. Growth and Yield Models for Balsa Wood Plantations in the Coastal Lowlands of Ecuador. *Forests*, 10(9), 733. <https://doi.org/10.3390/f10090733>
- Caravina, S. M., Behling, M., Zolin, C. A., Magalhães, C. A. D. S., Freddi, O. D. S., Matos, E. D. S., & Santin, J. C. (2021). Soil carbon stock in balsa wood after fertilization strategies. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 56, e01886. <https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2021.v56.01886>
- Dalling, J. W., Lovelock, C. E., & Hubbell, S. P. (1999). Growth responses of seedlings of two neotropical pioneer species to simulated forest gap environments. *Journal of Tropical Ecology*, 15(6), 827-839. <https://doi.org/10.1017/S0266467499001200>
- Espejel-García, A., Romero-Domínguez, J., Barrera-Rodríguez, A. I., Torres-Espejel, B., & Félix-Crescencio, J. (2015). Determinación del uso potencial agrícola mediante modelación geoespacial y análisis multicriterio para la cuenca Balsas Mezcala. *Ra Ximhai*, 11(2), 77-95. <https://doi.org/10.35197/rx.11.01.e3.2015.05.ae>
- Ferrer Velasco, R., Lippe, M., Fischer, R., Torres, B., Tamayo, F., Kalaba, F. K., Kaoma, H., Bugayong, L., & Günter, S. (2023). Reconciling policy instruments with drivers of deforestation and forest degradation: Cross-scale analysis of stakeholder perceptions in tropical countries. *Scientific Reports*, 13(1), 2180. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29417-y>
- GAD La Victoria. (2013). PDOT - Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia La Victoria.
- Giljum, S., Maus, V., Kuschnig, N., Luckeneder, S., Tost, M., Sonter, L. J., & Bebbington, A. J. (2022). A pantropical assessment of deforestation caused by industrial mining. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(38), e2118273119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2118273119>
- González, B., Cervantes, X., Torres, E., Sánchez, C., & Simba, L. (2010). Caracterización del cultivo de Balsa (*Ochroma pyramidale*) en la provincia de Los Ríos-Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 3(2), 7-11. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4130032>
- Guimarães, Z. T. M., Santos, V. A. H. F. dos, Nogueira, W. L. P., Martins, N. O. de A., & Ferreira, M. J. (2018). Leaf traits explaining the growth of tree species planted in a Central Amazonian disturbed area. *Forest Ecology and Management*, 430, 618-628. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.08.048>
- Harris, S. (2004). *Tropical forests/ Bombacaceae*. Encyclopedia of Forest Sciences. Elsevier (pp. 1740-1742).. <https://enviro2.doe.gov.my/ekmc/wp-content/uploads/2016/08/1384871120-3-s2.0-B0121451607002040-main.pdf>
- MAE. (2010). Instructivo de cubicación de madera para controles forestales en vías terrestres. *Ministerio del Ambiente*. <https://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/Instructivo-Cubicaci%C3%B3n-de-Madera.pdf>

Artículo científico: Dasometría temprana de Balsa (*Ochroma pyramidale*), en el sitio Vega Rivera, Santa Rosa, Ecuador

Publicación Semestral. Vol. 3, No 2, julio-diciembre 2024, Ecuador (p. 39-52)

- Mora, R. (2011). *Valoración económica de las plantaciones de teca (tectona grandis) y balsa (ochroma pyramidale) en tres cantones del Litoral Ecuatoriano* [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio digital de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2706>
- Ogana, T. E., & Ogana, F. N. (2019). Quantification of the effect of agriculture on forest carbon stock: Case study of a Nigerian forest reserve. *Tropical Plant Research*, 6(1), 106-114. <https://doi.org/10.22271/tpr.2019.v6.i1.015>
- Paillacho, C. D. (2010). *Evaluación del crecimiento inicial de Eucalyptus urograndis, Gmelina arborea roxb y Ochroma pyramidale Cav bajo la aplicación de cuatro dosis de potasio en la hacienda Zoila Luz del cantón Santo Domingo* [Tesis de grado, Universidad Politécnica del Ejército] Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/2966>
- Park, A., Van Breugel, M., Ashton, M. S., Wishnie, M., Mariscal, E., Deago, J., Ibarra, D., Cedeño, N., & Hall, J. S. (2010). Local and regional environmental variation influences the growth of tropical trees in selection trials in the Republic of Panama. *Forest Ecology and Management*, 260(1), 12-21. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.03.021>
- Rodríguez, E., Alvéz, E., Pollack, L., Huamán, E., & Sagástegui, A. (2015). Notas sobre Malvaceae subfamilia Bombacoideae en la región La Libertad, Perú. *Revista Rebiol*, 35(2), 90-101. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbciol/article/view/1080/1008>
- Román-Dañobeytia, F., Cabanillas, F., Lefebvre, D., Farfan, J., Alférez, J., Polo-Villanueva, F., Llacsahuanga, J., Vega, C. M., Velasquez, M., Corvera, R., Condori, E., Ascorra, C., Fernandez, L. E., & Silman, M. R. (2021). Survival and early growth of 51 tropical tree species in areas degraded by artisanal gold mining in the Peruvian Amazon. *Ecological Engineering*. 159. 106097 <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.106097>
- Seabra, C. E. B. C., Osiecka, A., Tucci, C. A. F., Minogue, P. J., Pereira, B. F. F., & Andersen, P. C. (2018). Influence of phosphorus limitations on the growth, nutrient partitioning and physiology of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, 41(3), 358-370. <https://doi.org/10.1080/01904167.2017.1385803>
- Villa, P. M., Rodrigues, A. C., Martins, S. V., De Oliveira Neto, S. N., Laverde, A. G., & Riera-Seijas, A. (2021). Reducing intensification by shifting cultivation through sustainable climate-smart practices in tropical forests: A review in the context of UN Decade on Ecosystem Restoration. *Current Research in Environmental Sustainability*, 3, 100058. <https://doi.org/10.1016/j.cresust.2021.100058>
- Vincent, A. G., & Tanner, E. V. J. (2013). Major litterfall manipulation affects seedling growth and nutrient status in one of two species in a lowland forest in Panama. *Journal of Tropical Ecology*, 29(5), 449-454. <https://doi.org/10.1017/S0266467413000424>
- Vite Jiménez, K. J. (2016). *Modelos de índices de sitio para Ochroma Pyramidale (balsa) en el Litoral Ecuatoriano, año 2015* [Tesis de maestría, Universidad Técnica Estatal de Quevedo] Repositorio Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1729>
- Vleut, I., Levy-Tacher, S. I., De Boer, W. F., Galindo-González, J., & Ramírez-Marcial, N. (2013). Can a fast-growing early-successional tree (*Ochroma pyramidale*, Malvaceae) accelerate forest succession?. *Journal of Tropical Ecology*, 29(2), 173-180. <https://doi.org/10.1017/S0266467413000126>
- Wishnie, M. H., Dent, D. H., Mariscal, E., Deago, J., Cedeño, N., Ibarra, D., Condit, R., & Ashton, P. M. S. (2007). Initial performance and reforestation potential of 24 tropical tree species planted across a precipitation gradient in the Republic of Panama. *Forest Ecology and Management*, 243(1), 39-49. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.02.001>
- Zhang, H., He, M., Pandey, S. P., Liu, L., & Zhou, S. (2023). Soil fungal community is more sensitive than bacterial to mining and reforestation in a tropical rainforest. *Land Degradation & Development*, 34(13), 4035-4045. <https://doi.org/10.1002/ldr.4734>