

# Evaluación de las relaciones morfométricas de una plantación de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f. ex Schumann a diferentes distanciamientos y profundidades

## Evaluation of the morphometric relationships of a *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook f. ex Schumann plantation at different spacings and depths

Lizzanettsy Lizeth Chanchari Tello<sup>1</sup>, Octavio Francisco Javier Galván Gildemeister<sup>1</sup>, Karen Stephany Karen Stephany Córdova Flores<sup>1</sup>, Alina Luisa Ypushima Pinedo<sup>1</sup> y Silvia Patricia Flores Vásquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, Perú.

### RESUMEN

*Calycophyllum spruceanum* (Capirona) es una especie maderable con alto valor comercial, sin embargo, existe limitada información en cuanto a las relaciones morfométricas. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar las relaciones morfométricas de una plantación de *C. spruceanum* a diferentes distanciamientos y profundidades. Se evaluó el grado de esbeltez, grado de cobertura e índice de espacio vital a través de un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con arreglo factorial de 2 x 2, distanciamiento de 3 m x 2 m y 3 m x 4 m, profundidad de 90 cm y 30 cm. No se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos. En toda la plantación, los valores fueron admisibles para cada grado mórfoico. El grado de esbeltez (0.68) mostró una tendencia estable con respecto a una mayor densidad (3 x 2 m) y menor profundidad (30 cm). El grado de cobertura presentó una mayor proporción de copa (> 0.50). El índice de espacio vital mostró una tendencia de la especie a presentar un mayor crecimiento.

**Palabras clave:** capirona, distanciamiento, grado de esbeltez, grado de cobertura, índice de espacio vital.

ABSTRACT

*Calycophyllum spruceanum* (Capirona) is a timber species with high commercial value, however, there is limited information regarding morphometric relationships. Therefore, the objective of the present study was to evaluate the morphometric relationships of a *C. spruceanum* plantation at different distances and depths. The degree of slenderness, degree of coverage and index of living space were evaluated through a completely randomized block design (DBCA), with a factorial arrangement of 2 x 2, spacing of 3 m x 2 m and 3 m x 4 m, depth of 90 cm and 30 cm. No statistical differences were found between treatments. In the whole plantation, the values were admissible for each morphic degree. The degree of slenderness (0.68) showed a stable trend with respect to a higher density (3 x 2 m) and a lower depth (30 cm). The degree of coverage presented a higher proportion of crown (> 0.50). The living space index showed a tendency for the species to show higher growth.

**Keywords:** capirona, distance, degree of slenderness, degree of coverage, index of living space.

I. INTRODUCCIÓN

En la Amazonia Peruana, en la Región Ucayali, existen emprendimientos productivos para la instalación de plantaciones forestales con fines maderables, empleando especies nativas y exóticas. En los últimos años, las plantaciones forestales se están considerando como una actividad económica de importancia nacional, debido a su capacidad para producir diferentes productos y servicios ambientales, resaltando la producción de madera para cercos, muebles, construcción, leña, etc., y su uso como un medio de conservación del agua y protección de suelos (Castro, 2012).

*C. spruceanum*, es una especie nativa promisoriosa para plantaciones, crece en suelos de fertilidad relativamente baja y es de rápido crecimiento con un incremento medio anual de 4 a 6 milímetros (Otárola & Martínez., 2015). Sin embargo, no ha sido estudiada exhaustivamente en la parte silvicultural teniéndose escasa información sobre las relaciones morfométricas; las cuales, sirven para las intervenciones silviculturales, especialmente cuando no se conoce la edad de los árboles, pues da a conocer las relaciones inter dimensionales como el espacio vertical ocupado por cada árbol, el grado de competencia, la estabilidad, la vitalidad y la productividad de cada uno (Rodríguez Sosa et al., 2014, Cisneros et al., 2019, Pérez et al., 2019).

En estudios de relaciones morfométricas de especies del trópico húmedo, Brenes (2012) reporta el grado de esbeltez para siete especies: *Dipteryx pananensis* (121.99), *Terminalia amazonia* (100.69), *Carapa guianensis* (93.88), *Calophyllum brasiliense* (68.33), *Vochysia guatemalenses* (77.16), *Cordia alliodora* (105.85), *Hieranyma alchorneoides* (110.60) en plantaciones forestales.

Asimismo, Monteiro et al., (2013), mencionan el grado de cobertura e índice de espacio vital de cuatro especies forestales: *Carapa guianensis* (79.34 y 34.76), *Bertholletia excelsa* (56.96 y 29.83), *Copaifera langsdorffii* (47.70 y 38.45) y *Swietenia macrophylla* (66.79 y 29.83) en sistemas agroforestales.

Por lo tanto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar las relaciones morfométricas de una plantación de *C. spruceanum* a diferentes distanciamientos y profundidad, contribuyendo a complementar los estudios silviculturales de esta especie.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo de investigación se desarrolló en la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia (UNIA), en una plantación que se instaló en diciembre del 2017, próximo a la laguna de Yarinacocha. Las coordenadas UTM, son este 544887 y norte 9077263.

El área de estudio se caracteriza por tener una temperatura máxima de 33°C, media de 28°C y mínima de 22°C, con una humedad relativa promedio de 82 %, precipitación promedio anual de 1700 mm por año, altitud de 154 m.s.n.m., el suelo es aluvial temporalmente inundable (UNU, 2013).

Diseño experimental

El estudio tuvo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro tratamientos, T1, T2, T3, T4 y dos bloques B1, B2, cada uno de estos representa la repetición. El arreglo factorial fue de 2 x 2, combinación de factores de distanciamiento entre plantas (3 m x 2 m y 3 m x 4 m) y profundidad (90 cm y 30 cm).

Tabla 1

Tratamientos de acuerdo al diseño (DBCA)

Tratamiento	Distanciamiento	Profundidad
1	3 m x 2 m	90 cm
2	3 m x 2 m	30 cm
3	3 m x 4 m	90 cm
4	3 m x 4 m	30 cm

Cada tratamiento es representado por una parcela de 30 árboles 5 filas y 6 columnas; los árboles centrales son 12, que fue el área útil, donde se realizó la evaluación.

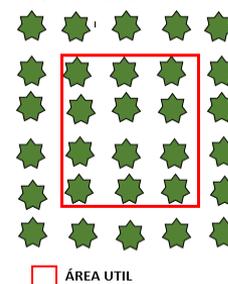


Figura 1.  
 Área de estudio.



Debido a la variabilidad de la condición de suelo, se hicieron dos bloques.

T1	T4	T2	T3	T3	T4	T2	T1
BLOQUE 1				BLOQUE 2			

**Figura 2.**

Distribución del diseño de bloques completamente aleatorizado.

### Recolección de datos

Se midieron el diámetro de fuste, altura total, longitud de copa y diámetro de copa a los 23 meses de instalado la plantación. El diámetro se midió con un vernier digital (precisión mm), a una altura de 10 cm desde el nivel del suelo. Se realizaron las mediciones en altura con una pértiga telescópica de 12 m. La medición de altura total (m) consistió en medir desde la base del fuste hasta el ápice de la copa. Además, la longitud de copa (m) es el resultado de la diferencia de la altura total y la altura del fuste.

El diámetro de copa se determinó a partir del radio de copa del árbol, midiendo la distancia desde el centro del árbol hacia la proyección de copa, con una cinta métrica de 5 m cada 45° (0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270° y 315°) con ayuda de una brújula. La proyección de copa se estimó con un jalón de 3 m.

### Cálculo de las relaciones morfométricas

Para las relaciones morfométricas se utilizaron las siguientes ecuaciones (Arias, 2005):

$$\text{Grado de esbeltez} = \frac{\text{Altura total (m)}}{\text{Diámetro del fuste (m)}}$$

**Tabla 2**

Comparación del grado de esbeltez de *Calycophyllum spruceanum* por tratamiento.

Medidas	Valores Estadísticos					Tratamientos
	Media	Mínimo	Máximo	Coefficiente de Variación		
3 m x 2 m	90 cm	64.16 a	34.53	81.51	18.25	T1
	30 cm	68.27 a	50.95	90.86	14.1	T2
3 m x 4 m	90 cm	65.07 a	36.33	81.84	18.08	T3
	30 cm	64.42 a	48.98	80.93	14.71	T4

Medias con letras diferentes, difieren estadísticamente.

El valor promedio del grado de esbeltez del T2 (3m x 2m/30cm) es el más cercano a 70, siendo considerado normal (Serrada, 2008); es decir, que los árboles muestran una tendencia de estabilidad para resistir fuerzas mecánicas (Arias, 2005); además, este valor está ligado a una mayor densidad, siendo la esbeltez una relación directamente proporcional a la densidad (Serrada, 2008). Asimismo, se encontraron árboles individuales con valores menores a 40 (profundidad de 90 cm), por lo que tienden a ser más cónicos, aunque pueden ser más resistentes al efecto de fuertes vientos, su rendimiento en aserrío sería menor o presentaría mayor desventaja con respecto a árboles de similares dimensiones, pero cilíndricos (Durló & Denardi., 1998).

$$\text{Grado de cobertura} = \frac{\text{Longitud de copa (m)}}{\text{Altura total (m)}}$$

$$\text{Índice de espacio vital} = \frac{\text{Diámetro de copa (m)}}{\text{Diámetro de fuste (m)}}$$

### Procesamiento de los datos

Los datos obtenidos fueron procesados en una hoja de cálculo Microsoft Excel y a través del programa estadístico Minitab versión 17 se realizaron la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov ( $p > 0.150$ ) y la prueba de Homogeneidad de Varianzas de Levene; los cuales, corroboraron el cumplimiento de los supuestos. Se realizó el análisis de varianza (ANOVA) factorial; con el fin de evaluar el efecto del distanciamiento y profundidad en las relaciones morfométricas.

## III. RESULTADOS

### Grado de esbeltez

No se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ); sin embargo, los valores mínimos y máximos muestran que existe diferencias entre los árboles, mediante un coeficiente de variación que es mayor, cuando la profundidad es de 90 cm; lo cual, indica que existen árboles de forma cilíndrica y otros cónicas. Por otro lado, a 30 cm de profundidad la especie tiene una tendencia a la forma cilíndrica, debido a la menor variación del grado de esbeltez en ellos (Tabla 2). Esto podría representar un mejor rendimiento para aserrío de la especie (Serrada, 2008), siendo una ventaja con respecto a la producción del volumen de madera.

Los valores encontrados del grado de esbeltez para la especie *Calycophyllum spruceanum*, se asemejan a las cifras de las especies: *Swietenia macrophylla* (66.79), *Calophyllum brasiliense* (68.33), *Hymenaea courbaril* (71) y *Cabrlea canjerana* (70.60) reportadas por Monteiro et al., (2013), Brenes (2012), Tonini & Francia (2005) y Antão & Denardi (1998), respectivamente, por lo que, estos valores pudieran estar relacionados a las características de crecimiento de las especies; el cual, según Arias (2005), la esbeltez puede variar significativamente en algunas especies según las condiciones del sitio de plantación (precipitación, elevación sobre el nivel del mar, temperatura y tipo de suelo).

### Grado de cobertura

No se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ). Los valores promedios muestran grados de cobertura mayores a 0.50; es decir, que más de la mitad de la altura total de los árboles está ocupada por la copa de los mismos (Tabla 3); por lo cual, requiere un gasto mayor de energía para desplazar los nutrientes y agua, a través del largo y ancho de la copa; pero, tiene la ventaja de recibir una mayor cantidad de radiación solar y aumentar la capacidad fotosintética del individuo, con la tendencia a una mayor producción de volumen o productividad del árbol (Nájera-

Luna & Hernández-Hernández., 2008). La mayor proporción de copa puede deberse al tiempo en que se tomaron las mediciones (noviembre); en el cual, las precipitaciones tienden a aumentar y, además, revelaría una débil autopoda o no existe un efecto marcado de la poda natural, a pesar que la especie tiene tendencia a la misma; lo que conllevaría a la formación de nudos por generar una mayor cantidad de ramas. Debido a que la longitud de la copa es afectada por el manejo como las podas, es difícil obtener mayores comparaciones.

**Tabla 3**

Comparación del grado de cobertura de *Calycophyllum spruceanum* por tratamiento.

Medidas	Valores Estadísticos				Tratamientos	
	Media	Mínimo	Máximo	Coefficiente de Variación		
3 m x 2 m	90 cm	0.60 a	0.36	0.71	13.66	T1
	30 cm	0.64 a	0.53	0.72	7.22	T2
3 m x 4 m	90 cm	0.57 a	0.34	0.71	14.34	T3
	30 cm	0.61 a	0.44	0.84	14.87	T4

Medias con letras diferentes, difieren estadísticamente.

Los valores encontrados del grado de cobertura para la especie *Calycophyllum spruceanum*, se asemejan a los valores reportados por Tonini & Francia (2005) de las especies: *Carapa guianensis* (0.62), *Swietenia macrophylla* (0.61) y *Tabebuia avellanadae* (0.58); asimismo, para la especie *Prosopis alba* (0.57) reportado por Cisneros et al., (2019), pudiendo estar relacionado estos valores a las características fisiológicas de los árboles. Según Monteiro et al., (2013), la morfometría de la planta puede cambiar con el tiempo su crecimiento, siendo susceptible a la influencia de factores como espaciamiento de siembra, condiciones edafoclimáticas, competencia entre copas y tratamientos silvícolas. Estos factores pueden repercutir directamente en la cantidad de productos de maderables y no maderables generados por planta/área.

tratamientos ( $p > 0.05$ ). Los valores promedios están dentro del rango (14 y 28) para bosques tropicales sugerido por Wadsworth (2000); asimismo, este autor sustenta que las especies de mayor crecimiento volumétrico presentan valores entre 15 y 25, cifras superiores caracterizan a especies de bajo crecimiento; por lo tanto, *Calycophyllum spruceanum* está en la clasificación de especie con tendencia a mayor producción (Arias, 2005).

Los valores encontrados del índice de espacio vital para la especie *Calycophyllum spruceanum*, se asemejan a los reportados por López (2015), para las especies: *Simarouba amara* (22.5) y *Bixa platycarpa* (25.08); asimismo, para las especies *Araucaria angustifolia* (23.6 y 22.9) y *Prosopis alba* (24.3), evidenciado por Hess et al., (2016) y Cisneros et al., (2019), respectivamente, siendo considerado este índice como un indicador del espacio necesario para cada árbol, al adquirir determinado diámetro (Arias, 2005).

### Índice de espacio vital

No se encontraron diferencias estadísticas entre los

**Tabla 4**

Comparación del índice de espacio vital por tratamientos.

Medidas	Valores Estadísticos				Tratamientos	
	Media	Mínimo	Máximo	Coefficiente de Variación		
3 m x 2 m	90 cm	23.45 <sup>a</sup>	16.39	32.57	18.03	T1
	30 cm	24.08 <sup>a</sup>	20.2	38.09	17.67	T2
3 m x 4 m	90 cm	24.36 <sup>a</sup>	19.41	30.41	11.49	T3
	30 cm	22.17 <sup>a</sup>	15.39	33.8	18.25	T4

Medias con letras diferentes, difieren estadísticamente.

#### IV. CONCLUSIONES

- El grado de esbeltez muestra una tendencia estable con respecto a una mayor densidad (3 x 2 m) y menor profundidad (30 cm).
- El grado de cobertura presenta una mayor proporción de copa (>0.50).
- El índice de espacio vital muestra una tendencia de la especie a presentar un mayor crecimiento.

#### V. REFERENCIAS

- [1] Antão, M. & Denardi, L. (1998). Morfometría de *Cabralea canjerana*, em mata secundaria nativa do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal* 8 (1): 55-66. DOI: <https://doi.org/10.5902/19805098351>
- [2] Arias, D. (2005). Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales. *Kurú*, 2 (5): 1-13. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5123399>
- [3] Brenes, E. (2012). Evaluación de la calidad, fijación de carbono y estado del manejo silvicultural en plantaciones forestales en la Universidad Earth, Guácimo, Limón. Tesis de Pregrado. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/3118>
- [4] Castro, D. (2012). Diagnóstico y caracterización de la enfermedad causada por *Phytophthora* sp. en una plantación de *Calycophyllum spruceanum* en el Codo del Pozuzo. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1692>
- [5] Cisneros, A., Moglia, G & Álvarez, J. (2019). Morfometría de copa en *Prosopis alba* Griseb. *Ciencia Forestal*, 29 (2):863-884. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509826846>
- [6] Durlo, M & Denardi, L. (1998). Morfometría de *Cabralea canjerana*, em mata secundaria nativa do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal*, 1, (8):55-66. DOI:10.5902/1980509826846
- [7] López, I. (2015). Morfometría y ecuación alométrica de un modelo de fuste para plantaciones macizas de marupa (*Simarouba amara* Aublet. pl.) y achotillo (*Bixa platycarpa* Ruiz y Pav. ex G. Don.) en codo de Pozuzo, Perú. [Tesis de Pregrado]. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú.
- [8] Hess, A., Loiola, T., Arruda, I., & Nascimento, B. (2016). Morfometría de la copa de *Araucaria angustifolia* en sitios naturales en el Sur de Brasil. *Bosque*, 37 (3):603-611. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002016000300017>
- [9] Monteiro, T; Martins, M; Marques, E., & Tonini, H. (2013). Morfometría de quatro espécies forestais em sistemas agroflorestais no município de Porto Velho, Rondônia. *Revista Agro@mbiente on-line*, 7 (1):18-27. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v7i1.932>
- [10] Nájera-Luna, J.A., & Hernández-Hernández, E. (2008). Relaciones morfométricas de un bosque coetáneo de la región de el Salto, Durango. *Ra Ximhai*, 4, (1):69-82. DOI:10.35197/rx.04.01.2008.05.jn
- [11] Otárola, E & Martínez, P. (2015). Análisis de rentabilidad económica y desarrollo de las ecuaciones alométricas de los bosques aluviales de *Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker F. Ex Schumann Capirona para determinación del valor maderable y del carbón almacenado para servicios de Red. *Folia Amazónica*, 16 (1):121-135. DOI: <https://doi.org/10.24841/fa.v16i1-2.289>
- [12] Pérez, Y., Ríos, C., & Díaz, I. (2019). Relaciones morfométricas en plantaciones jóvenes de *Acacia mangium*. *Centro agrícola*, 46 (3):30-33. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-57852019000300030](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000300030)
- [13] Rodríguez Sosa, J., Barrero Medel, H., & Aguilar Espinosa, C. (2014). Morfometría de *Juglans jamaicensis* y su conservación en el Parque Nacional Turquino, Granma. *Avances*, 16 (2):108-115. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5350880>
- [14] Serrada, R. (2008). *Silvicultura de Bosques*. Servicio de Publicaciones. EUIT Forestal, Madrid, España.
- [15] Tonini, M., & Francia, M. (2005). Morfología da copa para avaliar o espaço vital de quatro espécies nativas da Amazônia. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 40 (7): 633-638. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000700002>
- [16] UNU (Universidad Nacional de Ucayali). (2013). Estación meteorológica, datos climáticos de ocho años en la zona de Pucallpa, Perú.
- [17] Wadsworth, FH. (2000). *Producción forestal para América Tropical*. Washington: USDA. Disponible en: [http://www.fs.fed.us/research/publications/producci%F3n\\_forestal\\_para\\_am%E9rica\\_tropical/portada.pdf](http://www.fs.fed.us/research/publications/producci%F3n_forestal_para_am%E9rica_tropical/portada.pdf)