



Article scientific

Estimation of the biomass in a plantation of *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. (capirona) in Leoncio Prado Province

Pablo Adrian Palomino Sifuentes ^a and Edilberto Díaz Quintana ^a

^a Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú

ITEM INFORMATION

Published: 2022-06-30
Accepted: 2022-06-28
Received: 2022-03-30

Keywords:

Tree biomass
Leaf litter
Capirona plantation

ABSTRACT

The objective of this study was to study the behavior of tree biomass and litter in a *C. spruceanum* plantation with an area of 5000 m², located in Fundo Santa Beatriz (Naranjillo), 7 km. of Tingo María, of the district of Luyando, province of Leoncio Prado, Region of Huánuco. For the estimation of the tree biomass, the following equation $Bt = 0.072 \times D^{2.64}$ was used, which makes use of the diameter of the base of the trees of this species, while for the litter biomass, traps were installed one meter from the level soil of 1 x 1 m, during one year of evaluation. the results were: The tree biomass per individual was 118.20 kg on average, a minimum of 8.72 and a maximum of 56.29 kg, these were at the end of the evaluation, with a total of 19,531.60 kg, with a BAVT (t/ha-1) of 39.06, with Regarding the increase at 12 months, it increased by 56.98 kg, a minimum of 4.47 kg, with an average value of 27.96 kg, while the BTAV (kg) was 4, 528.75 kg, registering a BAVT of 9.06 t/ha⁻¹ at the end of the evaluation. Litter biomass was lower in the month of December with an average of 0.27 t ha⁻¹, with a minimum value of 0.09 and a maximum of 0.42 t ha⁻¹. The highest value recorded was in the September with an average of 1.01 t/ha⁻¹, with a minimum of 0.55 and a maximum of 1.81 t/ha⁻¹, and this at the same time being numerically and statistically superior to the other months of the year. Litter biomass throughout was 5.8 t ha⁻¹.

Estimación de la biomasa en una plantación de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. (capirona) en la Provincia de Leoncio Prado

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue estudiar el comportamiento de la biomasa arbórea y hojarasca en una plantación de *C. spruceanum* con una superficie de 5000 m², ubicado en el Fundo Santa Beatriz (Naranjillo), a 7 km. de Tingo María, del distrito de Luyando, provincia de Leoncio Prado, Región de Huánuco. Para la estimación de la biomasa arbórea se empleó la siguiente ecuación $Bt = 0.072 \times D^{2.64}$, lo cual hace uso del diámetro de la base de los árboles de esta especie, mientras para la biomasa de hojarasca se instalaron trampas a un metro del nivel suelo de 1 x 1 m, durante un año de evaluación. los resultados fueron: La biomasa arbórea por individuo fue de 118.20 kg promedio, mínimo de 8.72 y máximo de 56.29 kg estos fueron al final de la evaluación, con un total de 19 531.60 kg, siendo una BAVT (t/ha⁻¹) de 39.06, con respecto al incremento a los 12 meses se incrementó en 56.98 kg, mínimo de 4.47 kg, con un valor promedio de 27.96 kg, mientras que la BTAV (kg) fue de 4, 528.75 kg, registrándose una BAVT de 9.06 t/ha⁻¹ al final de la evaluación. La biomasa de hojarasca fue menor l en el mes de diciembre con una media de 0,27 t ha⁻¹, con un valor mínimo de 0,09 y máximo de 0,42 t ha⁻¹, El mayor valor registrado fue en el mes de septiembre con un promedio de 1.01 t/ha⁻¹, con un mínimo de 0.55 y máximo de 1.81 t/ha⁻¹, y esto a la vez siendo superior numéricamente y estadísticamente a los demás meses del año. La biomasa de hojarasca en todo fue de 5.8 t ha⁻¹.

Palabras clave:

Biomasa arbórea
Hojarasca
Plantación de capirona



<https://doi.org/10.47422/GreenHorizon.v1i1.6>



INTRODUCCIÓN

Los bosques plantados, predominantemente compuestos de árboles establecidos por plantación, rara vez reproducen en forma total los ricos ecosistemas de los bosques naturales. A la vez estos brindan beneficios para el ambiente y para el bienestar humano.

Las plantaciones forestales hoy en día considerado como bosques plantados juegan un papel muy importante en la contribución al calentamiento global, esto por captura de CO₂, emitido por actividades de los seres humanos, por ende, en la fase inicial es cuantificar o estimar la biomasa de estos ecosistemas.

Durante muchos años, la Amazonía peruana ha establecido plantaciones forestales de diversos tipos, en evaluación, en el manejo de bosques, selvas, suelos, etc. Sin embargo, existe la necesidad de un conocimiento más detallado de los servicios ecosistémicos de estas fincas, lo que ayudará a incrementar la productividad que sustenta la biomasa arbórea, ya que hoy en día los bosques no solo son vistos como una fuente de madera, pulpa, carnicería o leña; Pero también como servicio ambiental, secuestra carbono y produce oxígeno y materia orgánica a través de la acumulación y descomposición de desechos.

Determinar esta posibilidad es difícil cuando se evalúa el potencial de los sistemas forestales, ya sean naturales, variables o artificiales, ya que contienen muchas variables que dificultan un poco su estimación; Específicamente, indica la cantidad de C constante en la biomasa vegetal recolectada anualmente (es decir, su crecimiento) y la tasa de descomposición (la pérdida de biomasa).

Asimismo, en las plantaciones, las plantas en crecimiento renuevan constantemente sus partes mediante el desprendimiento de hojas, ramas, flores, frutos, corteza, etc. La suma de restos de plantas aéreas introducidas en el suelo durante un período de tiempo, expresada en peso seco, se define como el rendimiento de la hojarasca. Esta es una de las principales formas en que los nutrientes y la materia orgánica ingresan al suelo. Las estimaciones de rendimiento de equivalencia se han utilizado ampliamente como indicador de la producción primaria total y del ciclo de nutrientes en los bosques.

Los resultados del presente estudio servirán como base de datos sobre la reserva de la biomasa arbórea y la producción de hojarasca que se generan en un año de evaluación en plantación de *C. spruceanum*, y de esta estimar el carbono asimilado para acceder a bonos económicos por servicios ecosistémicos.

Landeta (2009) realizó un estudio sobre la cantidad de biomasa, fijación de carbono y CO₂ para plantaciones de *Tectona Grandis* de ocho años de edad, para lo cual establecieron cinco unidades de muestreo con una superficie de 4.3 hectáreas, donde los resultados mostraron una biomasa seca de 27.68 t ha⁻¹ a 66.12 t ha⁻¹, mientras que la biomasa de hojarasca se obtuvo valores que oscilan de 6.34 t/ha⁻¹ a 6.92 t/ha⁻¹.

Jiménez et al. (2018) realizaron un estudio en la construcción de un modelo alométrico para la estimación de biomasa de Gmelina arbórea Roxb, donde se establecieron seis parcelas de muestreo rectangulares de 144 m², donde los resultados muestran que la biomasa arbórea en estado verde fue de 214,85 t/ha⁻¹, presentando un incremento 71,64 ton/año, mientras que la biomasa seca por hectárea fue de 92 t/ha⁻¹ esto después de tres años.

Zapata (2007) realizó el trabajo de investigación “Producción de hojarasca fina en fabricación de hojarasca en bosques Alto andinos de Antioquia, Colombia” Menciona que, de los tres (3) ecosistemas plantados, la plantación de *Pinus patula* fue la que mostró una mayor producción de hojarasca fina (8,4 Mg ha⁻¹ año⁻¹), seguida por el ecosistema natural de roble (7,9 Mg ha⁻¹ año⁻¹) y por último por la plantación de ciprés (3,7 Mg ha⁻¹ año⁻¹)

Rodríguez (2014) en su investigación estudio el potencial de carbono capturado en *C. spruceanum*, donde los resultados obtenidos mostraron un promedio de 178,92 kg/árbol, con un total de 715,69 kg/árbol en la parcela, en toneladas por hectárea se registró un valor 7,17 t ha⁻¹. Con respecto a la biomasa de hojarasca presentaron 14,92 t ha⁻¹ en promedio de las parcelas.

Del castillo (2018) en la región de San Martín, ejecutó un trabajo en plantaciones de 10 años de edad con especies de *Guazuma crinita*, *Vitex Sp*, *Acrocarpus fraxinifolius*, *Simarouba amara*, *Tectona grandis*, *Colubrina glandulosa*, *Eucalyptus urograndis*, *Calycophyllum spruceanum* con la finalidad de estimar la captura de carbono, para lo cual se evaluaron árboles con D.A.P. \geq 10 cm, asimismo se tomaron datos de la altura total y comercial, donde los resultados mostraron que la especie *E. Urograndis* fue superior en la acumulación de biomasa aérea con 128,80 t ha⁻¹, seguido por el *A. fraxinifolius* con 117,26 t ha⁻¹, la *T. grandis* con 89,93 t ha⁻¹, *C. glandulosa* con 4,94, *Vitex Sp* con 3,83 t ha⁻¹, *G. crinita* con 2,19 t ha⁻¹, *C. spruceanum* con 2.15 t ha⁻¹. y la *S. amara* con 1,36 t ha⁻¹.

Gorbitz (2011) en su estudio en el distrito de Aguaytía donde determino las cantidades de (C) almacenado en la biomasa aérea para plantaciones de 8 años de *C. spruceanum* en dos estratos, donde determino que, la biomasa arbórea fue de 38,111 t ha⁻¹ y 77,676 t ha⁻¹ en el estrato I y II respectivamente. Mientras en la biomasa herbácea se encontró un valor promedio de 1.78 t ha⁻¹ y 2.56 t ha⁻¹. Asimismo, el estrato II y I presento valores de 14,32 t ha⁻¹ y 10,482 t ha⁻¹ de biomasa de hojarasca, esta variación entre estratos es debido a que en el estrato II hay superior contribución de hojas de los individuos de *C. spruceanum*, asimismo que existe un deterioro más lento en dicho estrato.

Quitorán (2009), en “Determinación del Potencial de Captura de Carbono en cinco especies Forestales de dos Años de Edad, *Cedrela odorata*, *Calycophyllum spruceanum*, *Tectona grandis*, *Swietenia macrophylla* y *Guazuma crinita*, en San Martín 2009”. Concluye que con respecto a la variable de biomasa arbórea viva t ha⁻¹, muestran diferencias estadísticas entre las especies estudiadas siendo la mejor la especie G crinita con 4.76 t ha⁻¹, de igual manera ocurre con la *T. grandis* obtuvo 4,23 t ha⁻¹, mientras que *C. spruceanum* registro un promedio de 1,48 t ha⁻¹.

En Madre de Dios, Baltazar (2011) estudio el (C) aéreo almacenado para una plantación de *Guazuma crinita* (bolaina blanca) de 1 año de edad, donde al establecer 5 parcelas para estudiar la biomasa vegetal total, los resultados de la biomasa arbórea tuvieron valores que van de 9,88 a 18,86 t ha⁻¹, y la biomasa de hojarasca fue de 4,35 y 7,92 t ha⁻¹.

Neira (2009) realizó un trabajo de investigación en las especies de *Guazuma crinita* y la asociación de *Guazuma crinita* con *Theobroma cacao* en la evaluación de biomasa vegetal y (C) en plantaciones de 10 y 4 años respectivamente, en 41 parcelas al azar. Posteriormente se muestra en los resultados para la plantación de *Guazuma crinita* sin asociación una biomasa viva BEV (t.ha⁻¹) de 17.885 a 133.422 t.ha⁻¹ y una biomasa de hojarasca BH(t.ha⁻¹) de 0.033 a 0.132 t.ha⁻¹, por otro lado, en la plantación de *Guazuma crinita* asociado con *Theobroma cacao* muestra una biomasa viva BEV (t.ha⁻¹) de 7.489 a 57.646 t.ha⁻¹ y una biomasa de BH(t.ha⁻¹) de 0.007 a 0.084 t.ha⁻¹.

Revilla et al (2021) en su investigación sobre modelos alométricos de biomasa *Guazuma crinita* Mart. en plantaciones forestales en Ucayali, en 38 árboles de 2 años y medio con, en los resultados nos muestra un rango de Biomasa aérea (kg) de 15.05 a 44.48 kg y un promedio de 28.76 kg.

López et al (2016) muestra en su investigación de las diferentes edades de la especie *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. un estudio sobre el (C) almacenado en la biomasa arbórea, en las edades de 5, 9 y 15 años en México, donde en los resultados se muestra un rango de Biomasa total aérea (t.ha⁻¹) de 53.96 a 222.93.

Pazmiño et al (2019) ejecutaron una investigación de estimación y predicción de biomasa en la cobertura vegetal de 265 ha de un sistema silvopastoril con asociación de pasto (*Hyparrhenia rufa*) y bolaina negra (*Guazuma ulmifolia*) en Ecuador, con 497 árboles/ha distribuidos en una gran variedad de diámetros de 3,8 a 30,2 cm, en los resultados se muestra la biomasa arbórea de 16.45 Mg ha⁻¹ y una biomasa de la necromasa de 1.9 Mg ha⁻¹.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de ejecución

La investigación se desarrolló en una plantación de capirona de 5000 m², instalado el mes de junio del 2013, ubicado en el Fundo Santa Beatriz (Naranjillo), a 7 km. de Tingo María y del centro-norte del Perú, Capital del distrito de Luyando en la provincia de Leoncio Prado en la Región de Huánuco.

Geográficamente, se encuentra ubicada en la siguiente coordenada:

Tabla 1.

Ubicación geográfica de la zona en estudio

Plantación (Especie)	Coordenada (Centroides de la parcela)		Altitud (m.s.n.m.)
	Este	Norte	
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.)	0390627	8977947	646

Zona de vida, vegetación y clima

Holdridge (1986) funda que, en su diagrama bioclimático que ecológicamente de acuerdo a la clasificación de zonas de vida; el distrito de Padre Felipe Luyando - Naranjillo se encuentra con formaciones vegetales de bosque muy húmedo Pre montano Tropical (bmh – PT). La rica vegetación se ve favorecida por la frecuencia y exceso de lluvias, especialmente durante los meses de diciembre a marzo. Predominan cultivos como cacao, café, plátano, yuca, papaya, cítricos, aguaje, etc. La capital Luyando tiene un clima tropical, cálido con una mínima de 18°C y una máxima de

35°C, una humedad relativa del 77,5%, y una precipitación anual de 3000 mm. El microclima o precipitación se puede observar a distancias muy cortas de 200 a 500 m, sin embargo, debido al clima tropical, el calor se mantiene constante durante todo el año.

Tabla 2

Parámetros climáticos promedio de la Capital del distrito de Luyando

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	39	37	38.7	39	38	38	38	39	39	37.2	39	38.5	39
Temp. máx. media (°C)	29.9	29.9	29.9	30.8	30.8	30.7	30.6	30.8	30.9	30.8	30.9	30.8	30.6
Temp. media (°C)	24.3	24.3	24.3	24.8	24.7	24.2	24.1	24.2	24.3	24.3	24.9	24.7	24.4
Temp. mín. media (°C)	18.8	18.8	18.8	18.8	18.7	17.8	17.7	17.6	17.7	17.8	18.9	18.7	18.3
Temp. mín. abs. (°C)	17	9.3	14.2	13	11.5	12.4	10	12	13	9.6	15.1	16	9.3
Precipitación total (mm)	418	357	331	267	209	130	130	112	158	268	313	349	3042

Fuente: climate-data.org (s.d)

Metodología

Producción de biomasa arbórea en una plantación de capirona (*C. spruceanum.*).

Se tomó en cuenta los resultados obtenidos por Gorbitz, (2011). Como se observa en el cuadro 3, en la cual Se han evaluado varios modelos para estimar la biomasa total de los árboles a partir de variables independientes como el diámetro a la altura del pecho (D.A.P.), el diámetro del fuste (DA) y la altura total (H). Los modelos que muestran mejor ajuste son aquellos que incluyen D.A.P. y H en la ecuación, los cuales tienen valores correspondientes de R^2 y R^2 mayores a 0.98. Para cada modelo, el autor realiza un análisis de varianza (ANVA), determinando que todas las ecuaciones obtenidas de los modelos dan resultados muy significativos, con valores altos para el F-ratio, y por lo tanto, esto representa un buen ajuste para el modelos mencionados ($P < 0.001$). Además, para validar los modelos, se consideran parámetros estadísticos como el error cuadrático medio (ECM) o error estándar de la estimación, y el Índice de Forneval (1961), que se calculó posteriormente. Se utiliza como criterio de selección entre un conjunto de ecuaciones de regresión adecuadas y otro conjunto de ecuaciones de regresión no adecuadas. De acuerdo con estos criterios, un modelo es mejor que el otro cuando se selecciona el modelo con el CME y el FI más cercanos a 0. La Tabla 3 también muestra el modelo más simple para *Calycophyllum spruceanum*. Este es un modelo exponencial que solo considera la letra "D" como una de las variables de altura más precisas y fáciles de medir.

Tabla 3

Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa arbórea de Calycophyllum Spruceanum

Modelo alométrico	R^2	R^2 ajustado	CME	RCME	IF	P
$Bt = 0,072 * D^{2,642}$	0.988	0.988	0.025	0.15818	4.5882	0.001

D: Diámetro de la base

Fuente: Gorbitz, 2011

La ecuación escogida para calcular la biomasa arbórea en plantaciones de *Calycophyllum spruceanum* (capirona) en la cuenca del río Aguaytía tiene la expresión $Bt = 0.072 * D^{2,642}$, la cual toma como referencia únicamente D, representando el rango de confianza aceptable con R^2 y R^2 modificado - mayor a 0.98, independiente de CME y IF cercano a cero.

Una vez obtenido la ecuación alométrica idónea según el autor, se realizará un inventario forestal de la parcela de *Calycophyllum Spruceanum*, el cual será evaluado cada 3 meses haciendo un total de 5 evaluaciones durante 1 año, tomando en cuenta solo la variable (diámetro de la base).

Cálculo de biomasa arbórea viva total (t/ha^{-1})

Se estimó la biomasa por cada parcela, sumando las biomásas de todos los árboles medidos y registrados (BTAV) en las parcelas de 5000 m^2 (según el D)

$$\text{BAVT (Kg)} = \text{BA}_1 + \text{BA}_2 + \dots + \text{BA}_n$$

Dónde:

BAVT = Biomasa de árboles vivos en Kg

BA = Biomasa de árboles

Para la superficie de 5000 m²

$$\text{BAVT (t ha}^{-1}\text{)} = ((\text{BAVT (kg)} / 1000 \text{ kg}) * 10000 \text{ m}^2) / 5000\text{m}^2$$

$$\text{BAVT (t ha}^{-1}\text{)} = \text{BTAV} * 0.002$$

Dónde:

BAVT (t ha-1) = Biomasa arbórea viva total

BTAV (t ha-1) = Biomasa total arbórea viva

0.002 = Factor de conversión

Biomasa de hojarasca en una plantación de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.).

La plantación de *Calycophyllum spruceanum*, con un área aproximado de 5000 m², el cual se construyó las trampas recolectoras de hojarasca y se colocarán sistemáticamente cada 15 metros; las trampas estarán hechas con marcos de madera de 1 x 1 m con una altura de 80 cm c/u. introducidas al suelo con una profundidad de 15 cm, aproximadamente para asegurar su posición, y evitar que el viento o la lluvia las pueda tirar o mover; en la base del marco tuvo una red de nylon hexagonal (Fig. 1 y 2) y evitar que el viento lo saque de la trampa. En el cuadrante 1 x 1 m. Se obtuvo un pequeño cuadrante de 0,5 x 0,5 m. Este está identificado por un marco de madera de 0,5 x 0,5 m en el que se recogió toda la hojarasca, tras lo cual se logró el peso fresco total y el peso fresco de la muestra. Luego de depositar en la estufa a 70°C, se alcanzó el secado constante de la masa.

Figura 1.

Distribución de las trampas recolectoras de hojarasca

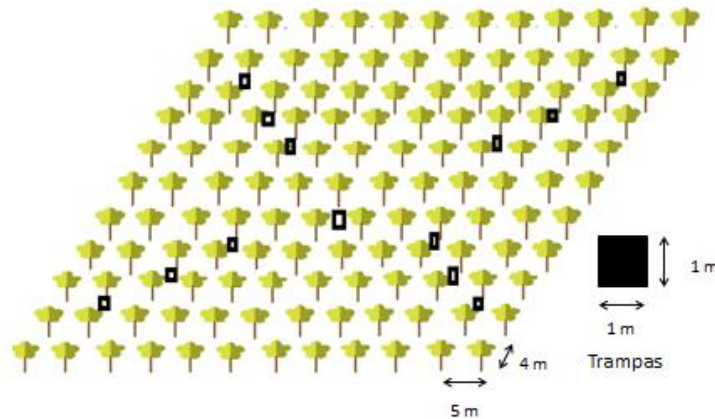
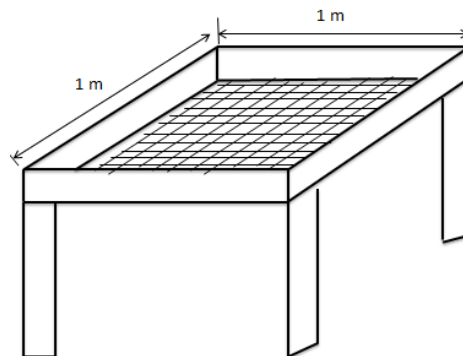


Figura 2.

Modelo de la trampa de hojarasca



Una vez construido y distribuidos sistemáticamente las trampas recolectoras, se procederá a la medición de producción de hojarasca, para lo cual la colecta será cada mes durante 12 meses, donde se obtendrán materia aportada medido por m², para luego ser transportado al laboratorio para su respectivo secado y la determinación de la biomasa seca. Para la determinación de la humedad se utilizó la siguiente ecuación. (Arévalo, *et al* 2003).

$$Bh(t/ha)=[(PSM/PFM)*PFT]*0.01$$

Dónde:

Bh=Biomasa de la hojarasca, materia seca, PSM= Peso seco de la muestra colectada (g), PFM= Peso fresco de la muestra colectada (g), PFT= Peso fresco total, por metro cuadrado (g)

Diseño de investigación

El diseño es no experimental ya que no se manipulo variables, se hizo uso de la estadística descriptiva (máximo, mínimo, media) para contrastar y comparar medias de la biomasa de hojarasca con respecto al tiempo, se realizó una ANOVA de factor, siendo el factor tiempo con 12 niveles (meses) con un nivel de confianza estadística.

Tabla 4.

Análisis de varianza de un factor de la investigación

(F.V.)	(G.L.)	(S.C.)	(C.M.)	Fc
Factor	Factor-1	SC factor	CMFactor	CMFactor/CMerror
Error	n-Factor	SC error	CMerror	
Total	(Fn - 1)	SC _{Total}		

F= Factor; n = Individuos; GL = Grados de libertad; SC = Suma de Cuadrados; Fc = F calculado; Fv = Fuente de Variación

Modelo aditivo lineal de ANOVA de un factor

La ecuación que representa la influencia en el factor considerado presenta la forma:

$$Y_{ij} = \mu + f_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Es la variable respuesta

μ = Efecto de la media poblacional

T_i = Efecto de i-ésimo factor tiempo (meses)

ε_{ij} = Error Experimental → Efectos aleatorio

El ANVA y comparación de media para análisis estadístico se ejecutó con el software InfoStat versión 8, también se empleó la diferencia mínima significativa de Fisher cuando el valor de p<0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Incremento de la biomasa arbórea en una plantación de capirona (*C. spruceanum*).

En la **Tabla 5**, se puede ver el registro de la biomasa arbórea por individuos tuvieron una media de 118.20 kg, mínimo de 8.72 y máximo de 256.29 kg estos fueron al final de la evaluación, mientras la biomasa arbórea viva total fue de 19 531.60 kg, el valor promedio es inferior a lo reportado por Rodríguez (2014) donde al estudiar la misma especie encontró un valor de 178,92 kg/árbol, en toneladas por hectárea se registró un valor 7,17 t ha⁻¹.

Por otra parte la biomasa arbórea (t/ha⁻¹) en las 5 evaluaciones con 162 individuos de *C spruceanum* en un área de 5000 m², se encontró se registró valores de la biomasa de 29.83 t/ha⁻¹ en el inicio de la evaluación, y después de los 12 meses se evidencio un total de 39.06 t/ha⁻¹ de biomasa arbórea, valores superiores obtuvo Del castillo (2018) al estudiar a *T. grandis* encontró una biomasa de 89,93 t ha⁻¹, mientras Landeta (2009) al cuantificar la biomasa en plantaciones de teca de ocho años de edad obtuvo una biomasa seca de 27.68 t ha⁻¹ a 66.12 t ha⁻¹, a comparación a lo encontrado por Quitorán (2009) en plantación de *C. spruceanum* de dos años de edad, encontró una biomasa de 1.48 t ha⁻¹. Mientras Baltazar (2011) al estudiar el carbono almacenado en una plantación de bolaina blanca de 1 año de edad, donde al establecer 5 parcelas para estudiar la biomasa vegetal total, los resultados de la biomasa arbórea tuvieron valores que van de 9,88 a 18,86 t ha⁻¹, asimismo, Neira (2009) al comparar entre sistemas de *Guazuma crinita* y la asociación de *Guazuma crinita* con *Theobroma cacao* en la determinación de biomasa vegetal en plantaciones de 10 y 4 años

respectivamente, los resultados para la plantación de *Guazuma crinita* sin asociación una biomasa viva BEV ($t \cdot ha^{-1}$) de 17.885 a 133.422 $t \cdot ha^{-1}$, en la plantación de *Guazuma crinita* asociado con *Theobroma cacao* muestra una biomasa viva BEV ($t \cdot ha^{-1}$) de 7.489 a 57.646 $t \cdot ha^{-1}$. estas diferencias en comparación de los estudios realizados por los autores en comparación son debido por los aspectos fisiológicos de cada especie con respecto a su adaptación, manejo silvícola, sistema de producción y la edad de cada individuo.

Tabla 5

Registro de la biomasa arbórea viva total (t/ha^{-1}) por evaluación de *C spruceanum*

Evaluaciones	N	Biomasa arbórea (kg)			BTAV (kg)	BAVT (t/ha^{-1})
		Máximo	Mínimo	Media		
1	162	200.99	4.25	90.24	14 915.12	29.83
2	162	221.75	4.64	98.28	16 246.64	32.49
3	162	234.46	5.49	105.03	17 359.82	34.72
4	162	246.65	6.93	111.53	18 432.76	36.87
5	162	256.29	8.72	118.20	19 531.60	39.06

Con respecto al incremento de la BAVT (t/ha^{-1}), en la **Tabla 6 y Figura 3**, muestran que, al evaluar la variación por individuo, se registró que a los 12 meses un aumento máximo de 56.98 kg, mínimo de 4.47 kg, con un valor promedio de 27.96 kg, mientras que la BTAV (kg) fue de 4, 528.75 kg, registrándose una BAVT de $9.06 t/ha^{-1}$ al final de la evaluación. al respecto Jiménez *et al.* (2018) al estimar la biomasa de *Gmelina arborea* Roxb, mostraron que el incremento de la biomasa seca por hectárea fue de $92 t/ha^{-1}$ esto después de tres años. Cabe recalcar que dentro de varias plantaciones que la biomasa se ve afectado por el mal manejo lo que conlleva a una sobrepoblación de árboles por unidad de superficie.

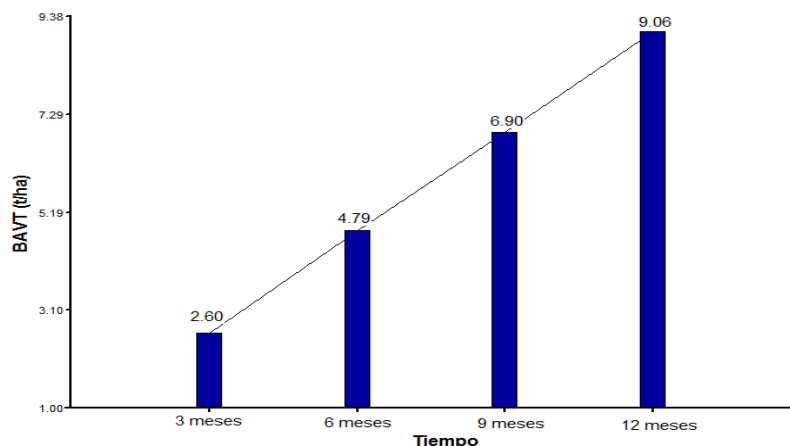
Tabla 6

Incremento de la biomasa arbórea viva total (t/ha^{-1}) de *C. spruceanum*

Tiempo	Biomasa arbórea			BTAV (kg)	BAVT (t/ha^{-1})
	Máximo	Mínimo	Media		
a los 3 meses	20.76	0.35	8.04	1302.33	2.60
a los 6 meses	33.47	1.24	14.79	2395.20	4.79
a los 9 meses	45.66	2.69	21.28	3448.01	6.90
a los 12 meses	56.98	4.47	27.96	4528.75	9.06

Figura 3

Incremento de BAVT (t/ha^{-1}) de *C spruceanum*



Biomasa de hojarasca (t/ha^{-1}) en una plantación de capirona (*C. spruceanum*)

En la **Tabla 7**, se muestra los estadísticos descriptivos con respecto a la biomasa de hojarasca ($t ha^{-1}$) donde se evaluó con respecto a los meses del año, con 13 trampas en toda la parcela, donde el menor valor fue en el mes de diciembre con una media de $0,27 t ha^{-1}$, con un valor mínimo de $0,09$ y máximo de $0,42 t ha$, con un C.V de 36,45%. El mayor valor registrado fue en el mes de septiembre con un promedio de $1.01 t/ha^{-1}$, con un mínimo de 0.55 y máximo de $1.81 t ha^{-1}$. Siendo un total en los 12 meses de $5.8 t ha^{-1}$, esto valores son inferiores a lo encontrado por Gorbitz (2011) al estudiar a la misma especie por estratos, donde encontró valores de $14,32 t ha^{-1}$ y $10,482 t ha^{-1}$ de biomasa de

hojarasca, esta variación entre estratos es debido a que en el estrato II hay superior contribución de hojas de los individuos de *C. spruceanum*, asimismo que existe un deterioro más lenta en dicho estrato. Mientras que en plantaciones de *Guazuma crinita* Baltazar (2011) reporto valores de biomasa de hojarasca de 4,35 y 7,92 t/ha⁻¹. Los valores difieren a lo reportado Zapata (2007) al estudiar la Producción de hojarasca fina en producción de hojarasca fina en bosques Alto andinos de Antioquia, Colombia, donde la plantación de *Pinus patula* fue la que mostró una mayor producción de hojarasca fina (8,4 Mg ha⁻¹ año⁻¹), seguida por el ecosistema natural de roble (7,9 Mg ha⁻¹ año⁻¹) de igual manera Rodríguez en la misma especie en estudio reporto valor promedio de 14,92 t ha⁻¹.

Tabla 7

Estadísticos descriptivos de la biomasa de hojarasca (t/ha⁻¹)

Meses	N	Media	DE	EE	CV (%)	Min	Max
Enero	13	0.32	0.08	0.02	23.79	0.19	0.45
Febrero	13	0.30	0.1	0.03	31.56	0.15	0.47
Marzo	13	0.36	0.09	0.03	25.36	0.23	0.56
Abril	13	0.46	0.14	0.04	29.34	0.28	0.76
Mayo	13	0.39	0.14	0.04	35.42	0.22	0.69
Junio	13	0.45	0.11	0.03	24.32	0.34	0.68
Julio	13	0.58	0.15	0.04	24.93	0.43	0.95
Agosto	13	0.65	0.22	0.06	34.04	0.42	1.21
Septiembre	13	1.01	0.33	0.09	33.07	0.55	1.81
Octubre	13	0.67	0.21	0.06	31.56	0.38	1.03
Noviembre	13	0.34	0.05	0.01	14.64	0.26	0.42
Diciembre	13	0.27	0.1	0.03	36.45	0.09	0.42
Total	5.8						

Al realizar el análisis de varianza al 95% de intervalo de confianza, en la **Tabla 8**, se muestra que existe diferencias estadísticas con respecto a la biomasa de hojarasca con respecto al tiempo, lo cual indica que al menos un mes tiene diferente comportamiento de biomasa de hojarasca (t ha) al otro, ya que el P valor es menor que el 5%.

Tabla 8

Análisis de varianza de la biomasa de hojarasca (t ha⁻¹) con respecto al tiempo

FV	SC	GL	CM	F	P-valor
Meses	6.53	11	0.593	22.81	0.001
Error	3.75	144	0.026		
Total	10.27	155			

R²: 0.64; CV: 33.27%

En la Tabla 9 y Figura 4, se muestra la prueba de comparación de medias para la biomasa de hojarasca (t ha⁻¹) en cada mes de evaluación, donde se observa que existe 6 grupos, siendo mayor estadísticamente y numéricamente la producción de biomasa de hojarasca en el mes de septiembre con 1,01 t ha⁻¹, Pazmiño *et al* (2019) un sistema silvopastoril con asociación de pasto (*Hyparrhenia rufa*) y bolaina negra (*Guazuma ulmifolia*) encontró una biomasa de necromasa de 1.9 materia seca por hectárea

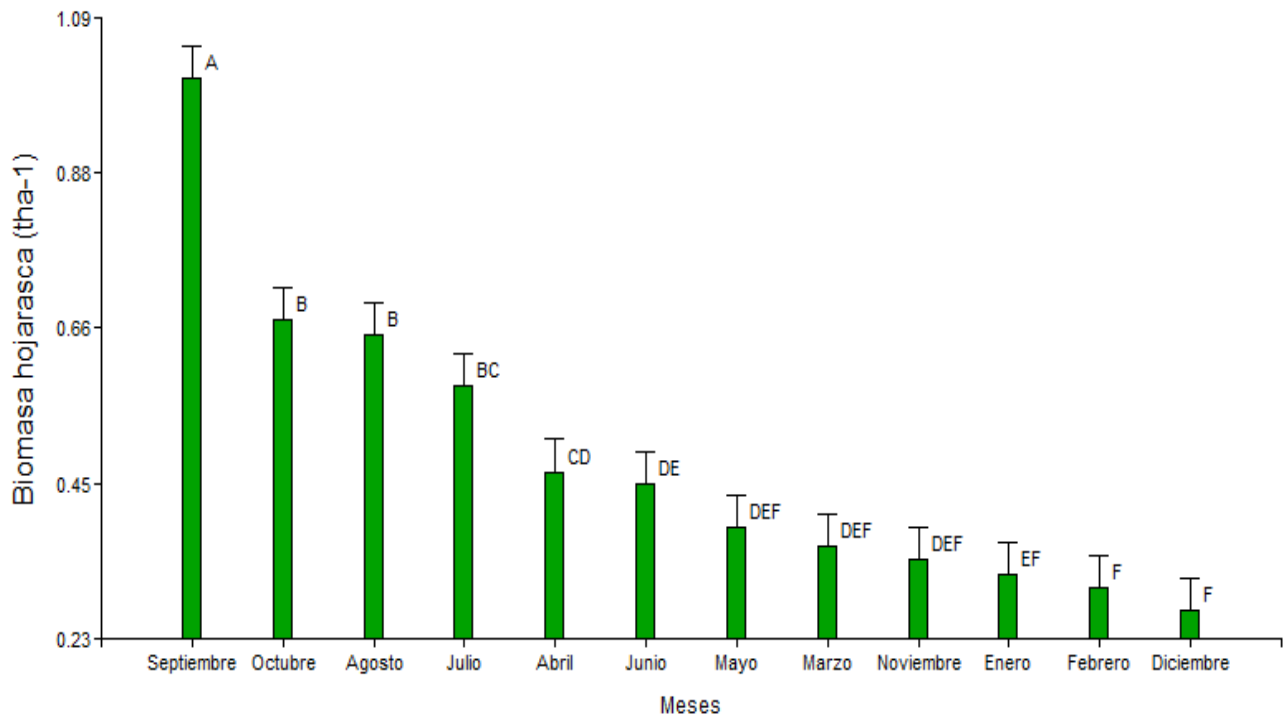
Tabla 9

Prueba de comparación de medias de la biomasa de hojarasca (t/ha⁻¹) con respecto al tiempo

Meses	Biomasa hojarasca (t ha)	EE	SIG.			
Septiembre	1.01	0.04	A			
Octubre	0.67	0.04	B			
Agosto	0.65	0.04	B			
Julio	0.58	0.04	B C			
Abril	0.46	0.04	C D			
Junio	0.45	0.04	D E			
Mayo	0.39	0.04	D E F			
Marzo	0.36	0.04	D E F			
Noviembre	0.34	0.04	D E F			
Enero	0.32	0.04	E F			
Febrero	0.30	0.04	F			
Diciembre	0.27	0.04	F			

Figura 4

Biomasa de hojarasca (t/ha) en los meses evaluados



Mientras que en los meses donde hubo menor biomasa de hojarasca fue en noviembre, enero y febrero con valores de 0,34, 0,32 y 0,30 t ha⁻¹ respectivamente.

Estos valores obtenidos en la investigación se ven influenciados por las condiciones climáticas propias de la zona y de la especie en el sitio, ya que esta misma especie puede tener diferente comportamiento según la calidad de sitio o condición que se le esté dando, asimismo la cuantificación de hojarasca es importante para el entendimiento de la fenología de los ecosistemas (Aryal *et al.*, 2015; De Jong, 2013; Vitousek, 1984). Adicionalmente, los estudios de hojarasca también pueden detectar sincronías entre ciclos biológicos y meteorológicos (Chapin y Eviner, 2005).

CONCLUSIONES

La biomasa arbórea por individuo fue de 118.20 kg promedio, mínimo de 8.72 y máximo de 56.29 kg estos fueron al final de la evaluación, con un total de 19 531.60 kg, siendo una BAVT (t/ha-1) de 39.06, con respecto al incremento a los 12 meses se incrementó en 56.98 kg, mínimo de 4.47 kg, con un valor promedio de 27.96 kg, mientras que la BTAV (kg) fue de 4, 528.75 kg, registrándose una BAVT de 9.06 t/ha-1 al final de la evaluación

La biomasa de hojarasca fue menor en el mes de diciembre con una media de 0,27 t ha⁻¹, con un valor mínimo de 0,09 y máximo de 0,42 t ha, El mayor valor registrado fue en el mes de septiembre con un promedio de 1.01 t/ha-1, con un mínimo de 0.55 y máximo de 1.81 t/ha-1, y esto a la vez siendo superior numéricamente y estadísticamente a los demás meses del año. La biomasa de hojarasca en todo fue de 5.8 t ha⁻¹.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aryal, D.B., B.H.J. De Jong, S. Ochoa-Gaona, J. Mendoza-Vega, y L. Esparza-Olguín (2015). Successional and seasonal variation in litterfall and associated nutrient transfer in semi-evergreen tropical forests of SE Mexico. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 103 (1), 45–60.
- Baltazar, A. (2011). Carbono aéreo almacenado en una plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Martius) de un año de edad, en el centro poblado Nuevo Edén, Alto Madre de Dios. [Tesis pre grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva] Repositorio UNAS
<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/563?show=full>
- Chapin, F.S. y V.T. Eviner. (2005). Primary production. *Biogeochemistry*, 8, 215–247.
- Del castillo, S. (2018). Captura de carbono en plantas forestales de 10 años de edad en el I.E.S.T.P. Nor oriental de la selva, distrito de La Banda de Shilcayo – provincia y región San Martín, agosto – octubre 2018. [Tesis pre grado, Universidad de Huanuco] Repositorio UDH
repositorio.udh.edu.pe/handle
- De Jong, B.H.J. (2013). Spatial distribution of biomass and links to reported disturbances in tropical lowlands forests of southern Mexico. *Carbon Management*, 4, 601–615.
- Gorbitz, G. (2011). Determinación de las Reservas de Carbono en la Biomasa Aérea en Plantaciones de 8 años de *Calycophyllum spruceanum* b. en el Valle del Aguaytía. [Tesis pre grado, Universidad Nacional Agraria de la Molina] Repositorio UNALM
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1670>
- Jiménez, L., Valverde, J., Arias, D. (2018) Determinación del mejor modelo alométrico para la estimación de biomasa de *Gmelina arborea* Roxb. Procedente de plantaciones con manejo de rebrotes. *Revista Forestal Mesoamericana KURÚ*. 15 (1): 53-60
- Landeta, A. (2009). Producción de biomasa y fijación de carbono en plantaciones de teca (*Tectona grandis* Linn F.) en la Espol Campus “Ing. Gustavo Galindo” [Tesis de pre grado, Escuela superior Politécnica del Litoral] Repositorio ESPOL
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/10314?show=full&locale-attribute=en>
- López, L., Domínguez, M., Martínez, P., Zavala, J., Gómez, A., Posada, S. (2016). Carbono almacenado en la biomasa aérea de plantaciones de hule (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) de diferentes edades. *Revista madera y bosques*. 22 (3): 49-60.
- Neira, Y. (2009). Cuantificación de biomasa y carbono en plantaciones de *Guazuma crinita* Mart. y asociación de *Guazuma crinita* Mart. con *Theobroma cacao* L. en Satipo. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3973>.
- Pazmino, L., Jiménez, E., Fonseca, W., (2019). Sistemas silvopastoriles y cambio climático: Estimación y predicción de biomasa arbórea. *Revista de Ciencia de la vida LA GRANJA*. 29 (1): 45-55.
- Quitorán, G. (2009). Determinación del Potencial de Captura de Carbono en Cinco especies Forestales de dos Años de Edad, Cedro Nativo, (*Cederla odorata*) Caoba, (*Swietenia macrophylla*) Bolaina, (*Guazuma crinita*) Teca, (*Tectona grandis*) Y Capirona, (*Calycophyllum spruceanum*) en la Localidad de Alianza San Martín 2009. Perú. [Tesis pre grado, Universidad Nacional de San Martín] Repositorio UNSM.
<https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/1085>
- Revilla, J., López, E., Guerra, W., García, D., Rojas, K., Dominguez, G., Abanto, C. (2021). Modelos alométricos de biomasa de árboles de *Guazuma crinita* Mart. en plantaciones forestales de Ucayali, Perú. *Revista Scientia Agropecuaria*. 12 (4): 579-587.
- Rodríguez, S. (2014). Estimación del potencial de captura de carbono de la especie capirona (*Calycophyllum spruceanum*) en el centro ecológico la Julianita 2012. [Tesis pre grado, Universidad Nacional de San Martín] Repositorio UNSM.
<https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/146>
- Vitousek, P. (1984). Litterfall, nutrient cycling and nutrient limitation in tropical forest. *Ecology*, 65, 285–298.
- Zapata, C; Ramírez, J; León, J; González, M. (2007). Producción de hojarasca fina en bosques Altoandinos de Antioquia, Colombia. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*. 1(60): 3771-3784.