

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL EN CIENCIAS DE LOS RECURSOS NATURALES
RENOVABLES



BIOMASA ARBÓREA Y DE HOJARASCA EN UNA PLANTACIÓN DE CAPIRONA
(*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.), EN LEONCIO PRADO -
HUANUCO.

Tesis

Para obtener el título profesional de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

PRESENTADO POR:

PABLO ADRIAN PALOMINO SIFUENTES

Tingo María – Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 004-2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 02 de setiembre del 2022 a horas 07:00 p. m. de la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la Tesis titulada:

“BIOMASA ARBÓREA Y DE HOJARASCA EN UNA PLANTACIÓN DE CAPIRONA (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.), EN LEONCIO PRADO - HUANUCO. ”

Presentado por el Bachiller: **PALOMINO SIFUENTES PABLO ADRIAN**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 24 de enero de 2023


Dr. LADISLADO RUIZ RENGIFO
PRESIDENTE




Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE
MIEMBRO


Ing. Mg. PERCI PETER COAGUILA RODRIGUEZ
MIEMBRO


Ing. M.Sc. EDILBERTO DIAZ QUINTANA
ASESOR


Ing. M.Sc. DAVID QUISPE JANAMPA
ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL
(RIDUNAS)

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 072 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El trabajo de investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Facultad:


Facultad de Recursos Naturales Renovables

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
BIOMASA ARBÓREA Y DE HOJARASCA EN UNA PLANTACIÓN DE CAPIRONA (<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.), EN LEONCIO PRADO - HUANUCO.	PABLO ADRIAN PALOMINO SIFUENTES	25% Veinticinco

Tingo María, 31 de marzo de 2023


Mg. Ing. García Villegas, Christian
Coordinador del Repositorio Institucional
Digital (RIDUNAS)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL EN CIENCIAS DE LOS RECURSOS NATURALES
RENOVABLES



BIOMASA ARBÓREA Y DE HOJARASCA EN UNA PLANTACIÓN DE CAPIRONA
(*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.), EN LEONCIO PRADO -
HUANUCO.

Autor : PALOMINO SIFUENTES, Pablo Adrian
:
Asesores : Ing. M.Sc. DIAZ QUINTANA, Edilberto
: Ing. M.Sc. QUISPE JANAMPA, David Prudencio

Programa de investigación : Valoración de la Biodiversidad y Recursos Naturales
:
Línea de investigación : Manejo, conservación y aprovechamiento sostenible de la biodiversidad, recursos naturales, bienes y servicios ecosistémicos

Eje temático : Valoración de bienes y servicios ecosistémicos

Lugar de ejecución : Fundo Santa Beatriz (Naranjillo), Capital del distrito de Luyando en la provincia de Leoncio Prado

Duración : 1 año

Financiamiento : S/. 5,786.00

FEDU : No
Propio : Si
Otros : No

Tingo María - Perú

2022

DEDICATORIA

A Dios, por darme las fuerzas y iluminar mi camino para seguir adelante a pesar de las adversidades.

A mis queridos padres; Carlos Alberto Palomino Beraun y Blanca Sifuentes Vela, por su cariño y orientación, que son motivo primordial en mi formación profesional.

A mis hermanos; Alicia Isabel Palomino Sifuentes y Rolando Luis Palomino Sifuentes, que fueron motivo de superación en mi etapa profesional.

A mis queridos tíos: Julián, Mirian y primos: Wilmer y Josmell, por los buenos consejos que me dieron para poder cumplir mis objetivos propuestos.

A mi abuelita, Ysabel Beraun De Palomino "Mamay" por darme sabiduría y fuerzas de seguir creciendo como persona, por la admiración y cariño.

AGRADECIMIENTOS

Durante el tiempo que estuve en la universidad y mientras duró la investigación. varias personas colaboraron directa e indirectamente, a quienes deseo expresar mi más profundo reconocimiento:

Al Ing. M.Sc. DIAZ QUINTANA, Edilberto y Ing. M.Sc. QUISPE JANAMPA, David Prudencio, asesores de la investigación, por compartir su experiencia y conocimientos para la ejecución de la investigación.

Al Dr. AGUIRRE ESCALANTE, Casiano, presidente del jurado calificador, por las observaciones pertinentes mientras duro la investigación.

Al Dr. RUIZ RENGIFO, Ladislao y Ing. M.Sc. COHAGUILLA RODRIGUEZ, Petter, miembros del jurado calificador, quienes participaron con las sugerencias en cada momento de la investigación.

Al Ing. SANTOS FLORES, Cleide por la orientación y apoyo durante duro la investigación.

Al Prof. RAMIREZ FIGUEROA, Lucio por el apoyo y por ser parte fundamental en mi formación profesional.

ÍNDICE

Contenido	Página.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Marco teórico.....	3
2.1.1. Plantaciones forestales.....	3
2.1.2. Biomasa.....	3
2.1.3. Metodología para estimar biomasa.....	4
2.1.4. Incremento de biomasa.....	5
2.1.5. Estimación de las reservas de carbono.....	5
2.1.6. Elaboración de modelos matemáticos.....	7
2.1.7. Criterios para seleccionar el modelo de mejor ajuste.....	7
2.1.8. Producción de hojarasca.....	8
2.1.9. Caracterización de la especie	9
2.1.9.1. Aspectos taxonómicos (Aróstegui, 1987)	10
2.1.9.2. Descripción botánica.....	10
2.1.9.3. Distribución y hábitat.....	10
2.2. Estado del arte.....	11
2.3. Bases conceptuales.....	13
2.3.1. Plantación forestal.....	13
2.3.2. Biomasa arbórea.....	13
2.3.3. Reserva de carbono	14
2.3.4. Hojarasca.....	14
2.3.5. Ecuaciones alométricas	14
2.3.6. Diámetro.....	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1. Lugar de ejecución.....	15

3.1.1.	Zona de vida.....	15
3.1.2.	Vegetación.....	15
3.1.3.	Clima	15
3.2.	Materiales y métodos	16
3.2.1.	Materiales y herramientas	16
3.2.2.	Equipo	17
3.3.	Metodología.....	17
3.3.1.	Producción de biomasa arbórea en una plantación de capirona (<i>C. spruceanum</i>).	17
3.3.2.	Biomasa de hojarasca en una plantación de capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.).....	19
3.3.3.	Diseño de investigación	20
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
V.	CONCLUSIONNES.....	29
VI.	PROPUESTA A FUTURO	30
VII.	REFERENCIAS	31
	ANEXOS.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página.
1. Ubicación geográfica de la zona en estudio	15
2. Parámetros climáticos promedio de la Capital del distrito de Luyando	15
3. Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa arbórea de <i>Calycophyllum Spruceanum</i> . 18	
4. Análisis de varianza de un factor de la investigación.....	21
5. Registro de la biomasa arbórea viva total (t/ha ⁻¹) por evaluación de <i>C spruceanum</i>	23
6. Incremento de la biomasa arbórea viva total (t/ha ⁻¹) de <i>C sprucenaun</i>	24
7. Estadísticos descriptivos de la biomasa de hojarasca (t/ha ⁻¹).....	25
8. Análisis de varianza de la biomasa de hojarasca (t ha ⁻¹) con respecto al tiempo	26
9. Prueba de comparación de medias de la biomasa de hojarasca (t/ha ⁻¹) con respecto al tiempo	27
10. Biomasa arbórea de árboles de <i>C spruceanum</i>	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Distribución de las trampas recolectoras de hojarasca	19
2. Modelo de la trampa de hojarasca	20
3. Incremento de BAVT (t/ha^{-1}) de <i>C spruceanum</i>	24
4. Biomasa de hojarasca (t/ha) en los meses evaluados	27
5. Plantación de <i>C spruceanum</i>	49
6. Evaluación de la circunferencia de la base de <i>C. spruceanum</i>	49
7. Instalación de las trampas para l hojarasca.....	50
8. Trampa instalada de forma sistemática	50
9. Caída de hojarasca.....	51
10. Hojarasca acumulada en un periodo de tiempo	51
11. Colecta y pesaje de hojarasca en estado húmedo	52
12. Oreado de las muestras de hojarasca coleccionada	52
13. Pesaje de la hojarasca en estado seco	53

RESUMEN

La finalidad de la investigación fue estudiar en una plantación de *C. spruceanum* de un área de 5000 m² el comportamiento de la biomasa arbórea y hojarasca, ubicada a 7 km de la ciudad de Tingo María, exactamente en el Fundo Santa Beatriz situada en el distrito de Luyando (Naranjillo), provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco. Para estimar la biomasa arbórea se empleó la siguiente ecuación $Bt = 0,072 * D^{2,64}$, 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. En diciembre la biomasa de hojarasca fue menor y tuvo un valor promedio 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 tuvo un valor promedio de 1.01 t/ha⁻¹, con un valor mínimo de 0.55 y máximo de 1.81 t/ha⁻¹, y esto a la vez siendo superior numérica y estadísticamente a los demás meses del año. La biomasa de hojarasca en todo fue de 5.8 t ha⁻¹.

Palabras claves: Biomasa arbórea, hojarasca, capirona

ABSTRACT

The purpose of the research was to study the behavior of tree biomass and leaf litter in a *C. spruceanum* plantation in an area of 5000 m², located 7 km from the city of Tingo María, exactly in the Santa Beatriz Farm located in the district of Luyando (Naranjillo), province of Leoncio Prado, region of Huánuco. To estimate the tree biomass, the following equation $Bt = 0.072 \cdot D^2 \cdot 64$ 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 above ground level. 1 x 1 m, during one year of evaluation. The results were: The tree biomass per individual was an average of 118.20 kg, 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 respect to 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. In December, the litter biomass was lower and had an average value 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 registered was in the month of September, it had an average value of 1.01 t/ha⁻¹, with a minimum value of 0.55 and a maximum of 1.81 t/ha⁻¹, and this at the same time being numerically and statistically higher than the other months of the year. The litter biomass in all was 5.8 t ha⁻¹.

Keywords: tree biomass, leaf litter, capirona.

I. 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 al desprenderse de flores, hojas, frutos, ramas, corteza, etc. Estos residuos se introducen en el suelo durante un tiempo, expresado en peso seco, sería la hojarasca. Esta es una de las principales formas en que los nutrientes y la materia orgánica ingresan al suelo.

La producción primaria forestal y del ciclo de nutrientes son indicadores que a menudo son usados para las estimaciones de rendimiento de equivalencia. Por lo tanto, se formuló la siguiente pregunta ¿Cuánto será el incremento de biomasa arbórea y de hojarasca en plantaciones de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook? f. ex K. Schum.), en Leoncio Prado, Huánuco?

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.

Objetivo general

- Estimar la biomasa arbórea y de hojarasca en una plantación de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.), en Leoncio Prado - Huánuco.

Objetivos específicos

- Estimar el incremento de la biomasa arbórea en una plantación de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.).
- Estimar la biomasa de hojarasca en una plantación de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Plantaciones forestales.

Para Llerena *et al.* (2007) una plantación forestal también considerado un ecosistema boscoso donde esto es dado por efecto de una actividad de insertar árboles en una superficie y de esta manera se desarrollen cumpliendo diferentes objetivos a través de plántulas, semillas o ambos.

Toda plantación forestal cumple un importante rol para el período del carbono, sabiendo que la mayor cantidad de biomasa está provista de carbono, aproximadamente un 50% (IPCC, 2007), por lo frecuente vienen hacer como suministros de carbono (C), a no ser que reemplazan a los bosques en estado natural, siendo estos muy potenciales con el carbono. En las tierras agrícolas improductivas y suelos con bajo nutrientes, se encuentra la mayor riqueza en carbono (Lal, 2002). Hay que tener en cuenta que, una vez madura, los diferentes ecosistemas forestales suelen alcanzar el equilibrio con el (C), por la razón, la tasa de almacenamiento es la misma lo que liberan. Asimismo, podemos mencionar que, las distintas prácticas silviculturales brindarían una solución efímera, de las cuales es posible que podrían expandirse durante 30 a 100 años (Sawyer, 1993).

El Protocolo de Kioto reconoce la importancia de este papel, permitiendo de esta manera la ejecución de planes de eliminación de (C) atmosférico en diferentes naciones que no cuentan con algún compromiso acerca de las reducciones, más conocido como proyectos forestales bajo el MDL (IPCC, 2007).

En varios proyectos, la estimación de carbono debe ser muy importante, sabiendo que la unidad transferible en el mercado internacional es la captura de dióxido de carbono, medida en toneladas métricas y asignada utilizando reducciones certificadas de emisiones (IPCC 2007).

2.1.2. Biomasa

Expresa la cantidad total de materia orgánica que permanece en el suelo (incluyendo corteza, hojas, tallos y ramas) como toneladas de peso seco por día (Brown, 1997).

Los datos precisos de biomasa forestal son muy importantes ya que determinan la cantidad total de (C) y diferentes elementos presentes en ramas, hojas, tallos y

raíces, y la cantidad total de CO₂ que se podría eliminar de la atmósfera al replantar el bosque (Polzot, 2004).

La biomasa también se utiliza para: a) la determinación del contenido de (C) en los bosques (Brown y Lugo, 1984; Brown *et al.*, 1989; Brown, 1997); b) para establecer la cantidad de nutrientes en los ecosistemas (Baker *et al.*, 1984); c) Descripción cuantitativa de ecosistemas y disponibilidad de los recursos de biomasa (Young y Tryon, 1978; Brown, 1997), evaluación de cambios en la estructura forestal (Brown, 1997); d) cuantificación de gases de efecto invernadero no liberada al evitar la deforestación (Brown *et al.* 2000) y e) cantidad de incrementos de beneficio en fincas productivas (Brown, 1997).

2.1.3. Metodología para estimar biomasa.

A nivel mundial, se han trabajado diferentes tácticas para mitigar el calentamiento global, tales como convenios sobre créditos de (C). Para implementar estas tácticas a través de siete proyectos forestales, para esto es importante a partir de la biomasa aérea cuantificar y monitorear la cantidad de (C) almacenado. Diferentes ecuaciones alométricas de biomasa sirven para estimar el secuestro de (C) y, por lo tanto, son aplicables a la mayoría de los estudios que involucran la estimación de la biomasa forestal en la naturaleza (Higuchi *et al.* 1998).

Existen dos (2) métodos para estimar la biomasa aérea de árboles: el método destructivo que se utiliza para construir la ecuación biométrica y el factor de expansión, el cual consiste en eliminar uno o más árboles y de esta manera poder estimar la biomasa mediante un método directo, método de pesaje de cada componente (ramas, el tronco y las hojas) y deducir el resultado al área total. Los métodos destructivos implican el uso de ecuaciones alométricas que permiten obtener una relación de datos encontrados en campo (fáciles de medir) con las propiedades de interés, de manera que no es necesario medir las dimensiones finales. La biomasa total acumulada de una especie arbórea se podría calcular midiendo su diámetro. Estas ecuaciones se generan mediante un análisis de regresión (Rignitz *et al.*, 2009).

Para calcular la biomasa de diferentes especies arbóreas, tipos medidos (monocultivo, bosque disperso, natural) y tipos de componentes. (Rignitz *et al.*, 2009).

Asimismo, es recomendable utilizar modelos concretos de especies construidos en condiciones similares a donde se aplicaron, particularmente en términos de tamaño y densidad de árboles (Andrade y Lbrahim, 2003).

Segura y Kanninem (2002) sugieren utilizar el método destructivo (muestreo para estimar el campo por entierro de individuos) frente a criterios estadísticos y crear modelos alométricos que integren esencialmente la variable DAP y biomasa aérea total.

Para un estudio de biomasa es más extensa y con un bajo grado de precisión en la medición de raíces (Macdiken, 1997), por lo expuesto existen autores recomiendan utilizar los valores mencionados en información sobre los bosques tropicales, quien menciona el porcentaje (%) de biomasa de línea de base podría variar entre 11 al 54 %, que en promedio contribuye con el 18% de la biomasa acumulada.(Sierra et al., 2001).

Entre las variables dependientes y las variables independientes se deben crear gráficos de puntos, para probar el modelo o la ecuación de regresión que mejor explica esta relación. Seguidamente aplicar el ANVA y seleccionar las(os) mejores modelos con la ayuda de varios estadísticos (Larrea, 2007).

Según estos modelos, se puede generar a partir de al menos una muestra representativa de una treintena de árboles (Larrea, 2007). Los mismos autores estiman que la suma de las existencias de carbono en bosques naturales, bosques secundarios y plantaciones es de más o menos el 50%, lo que sería un valor único de contenido de carbono en materia seca para todas las especies arbóreas y forestales (Gonzales, 2008).

2.1.4. Incremento de biomasa.

Toda plantación forestal cumplen un rol muy significativo, ya que actúan como un método para incrementar las tasas para la captura de (C) de forma vertiginosa y eficiente, con un promedio de 190 millones de hectáreas en toda la nación, siendo un 5% de la superficie total forestal (FAO,2010). Para evaluar la biomasa mediante ecuaciones alométricas permite estimar la cantidad y fijación de carbono, de esta manera nos permite valorar.

La forestación es una estrategia para aumentar rápida y efectivamente la la captura de carbono, cubriendo un área de poco más de 190 millones de hectáreas en todo el mundo (5% del área total de bosque) (FAO, 2010). La estimación de biomasa con la ayuda de modelos matemáticos ayuda a calcular la cantidad y el secuestro de carbono y a evaluar el

impacto en la reducción de gases de efecto invernadero, así como a tomar decisiones óptimas sobre política ambiental y gestión forestal. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar: 1) Un modelo biológico de biomasa aérea (B), carbono (C) y carbono equivalente (CO₂) en un bosque mixto de *Pinus devoniana* Lindl. y *Pinus pseudostrobus* Lindl, 2) Estas variables aumentan a diferentes edades al analizar el tronco y los patrones de crecimiento.

2.1.5. Estimación de las reservas de carbono

El stock de (C) se utiliza para cuantificar la biomasa y se denominan "stocks (C)" ("almacenamiento" en anglosajón). Es posible identificar diferentes sumideros de carbono en los diferentes sistemas forestales. Incluye suelo, árboles vivos, madera de raíces subterráneas y material orgánico muerto en la superficie del suelo del bosque. La cantidad total de carbono almacenado en diferentes reservorios es igual a la cantidad total de carbono almacenado en los ecosistemas (Maser et al., 2000).

Las existencias de (C) casi siempre se expresan en C/ha y en algunas ocasiones se usan unidades similares de Mg ha⁻¹ (Dávalos et al., 2008).

Las reservas de carbono es la cantidad total de carbono almacenado en la biomasa, por el contrario, el carbono "atrapado" es una medida de flujo dinámico del crecimiento anual de la biomasa. Es importante distinguir entre los dos (Dávalos et al., 2008).

Una vez que se conoce el peso seco de cada componente de la planta, puede utilizar para estimar el contenido de carbono (C), la acumulación a nivel de especie osciló entre 40,27 y 46,29, superando incluso el 50% (Gayoso et al. 2002).

La ponderación cualitativa y multicualitativa de los factores de contenido de carbono para las hojas, los tallos, las ramas y raíces indican un rendimiento de aproximadamente del 50% (Brown 1997), fundamentado en el factor de proporción del contenido de carbono y la biomasa forestal. En este estudio se emplea un factor de conversión que oscila entre 0.45 a 0.5 (Callo, 2001), donde el factor de 0,45 (IPCC 1996, Barbarán 1998, Callo 2001, Lapeyre 2004, Concha 2006, Larrea 2007) demostró que el 45% del peso seco de los componentes sólidos estaba en el contenido de carbono El contenido de (C) de la biomasa seca se determina en el laboratorio utilizando el siguiente método.

Oxidación: En un medio sulfuroso se emplea una solución de dicromato de potasio. De acuerdo con Shelley menciona que, dependiendo del total de reactivo en la reacción, los equivalentes de carbono están presentes en la muestra. comunidad del suelo. Este

método tiene los inconvenientes de evaluar únicamente el carbono orgánico (Del Valle-Arango, 2003).

Calorimetría: se define como la combustión en seco de una muestra homogénea pulverulenta en un horno, con la energía total obtenida expresada en kcal/kg, y convertida en moles de carbono potencial fijados en una relación numérica molar (g/peso molecular) y con la cual se obtiene la Se puede determinar la masa de la muestra original a la que se une el carbono. Este método de determinación de (C) es más sencillo porque se basa en la energía que requieren las plantas para estabilizar aproximadamente un mol de carbono (Del Valle-Arango, 2003).

2.1.6. Elaboración de modelos matemáticos

Existen varios modelos matemáticos para el análisis de regresión, generalmente se utiliza un modelo "diferente" con la fórmula $y = axb$. donde 'y' es la biomasa (toneladas, kilogramos, etc.). " axb" es el diámetro a 1,30 m del suelo (Ortiz, 1993).

Ortíz (1993) apoya la suposición de que el crecimiento relativo de una característica dimensional particular de un organismo (variable 'y') es una fracción constante (factor 'b') del crecimiento del organismo, en este caso la variable "x". Aunque es un modelo no lineal, se puede hacer lineal usando logaritmos, y así mismo el modelo puede incluir la altura del árbol como una variable independiente o como una variable de agrupación que incluye el crecimiento usando el diámetro y la altura, por ejemplo: $d^2 h$.

Un modelo de razón fija "algebraica" se consigue modificar al modelo de "razón variable" en la forma $y = axbex$, el modelo de transformación logarítmica se puede expresar como: $\ln y = \ln a + b \ln x + ex$.

Para facilitar el cálculo de coeficientes de regresión, tener en cuenta la transformación logarítmica del modelo de correlación y también se pueden obtener ecuaciones en las que las varianzas de los valores residuales son constantes (Ortíz 1993).

2.1.7. Criterios para elegir un mejor modelo.

El R^2 – Ajuste es uno de los parámetros más utilizados porque ayuda en el poder explicativo de la ecuación de regresión y la comparación con otras variables independientes utilizando diferentes números de observaciones. Cuando hablamos de ajuste, muestra que el coeficiente de ajuste (GL) de los grados de libertad está relacionado con la suma de cuadrados (SC). R^2 modificado: Es siempre inferior al R^2 no modificado. En casos

especiales, un valor negativo puede ser si el valor de R^2 es menor y los (GL) son pocos. Este estadístico nos dice la proporción de la varianza observada en la variable dependiente que es explicada por el modelo (Segura, 2000).

Índice de horno (IF): Se emplea para comparar modelos y sin transformaciones de variables en forma de logaritmos. Cuanto menor sea el IF, mejor será el ajuste del modelo (Furnival 1961).

2.1.8. Producción de hojarasca

Las plantas por medio de la biomasa sintetizada se reintegran nuevamente al suelo por medio de la materia orgánica, como hojas, frutos, ramas, etc y las secreciones de la raíz y las hojas. La producción de hojarasca se definió como la cantidad total de restos plantas introducidas en la tierra por un determinado periodo, expresado como peso seco. Los restos como las hojas, flores, frutos, ramas, etc (Vitousek, 1984; Newbould, 1967), generalmente suele ser expresado como $Mg\ ha^{-1}\ año^{-1}$ o en $g\ m^{-2}\ año^{-1}$ (Del Valle-Arango, 2003).

En los sistemas tropicales, se sabe que aproximadamente el 80% del total de elementos biológicos que componen el mantillo se derivan principalmente de la hojarasca (León-Rico, 2003). La contribución de nutrientes de la hojarasca es muy importante ya que es la principal fuente de recursos importantes para el suelo del bosque (Isaac y Nair, 2006; Vitousek y Sanford, 1986). Dado que la cantidad y el tipo de hojarasca tienen implicaciones importantes para la formación, el desarrollo, la estabilización y el mantenimiento de la fertilidad del suelo, es importante cuantificar su rendimiento y composición para comprender el ciclo de nutrientes. (Cousteaux *et al.*, 1995). Las tasas de deterioro y descomposición se ajustan a los flujos de energía y productividad primaria (Olson, 1963), por lo que la producción de hojarasca se usa a menudo como indicador indirecto para calcular la productividad primaria neta en las comunidades forestales.

Del mismo modo, teniendo en cuenta que la mayoría de las hojas, flores y frutos se reciclan anualmente, la cantidad de desechos es importante para comprender la fenología de los ecosistemas (Aryal *et al.*, 2015; De Jong, 2013; Vitousek, 1984). Además, los estudios de defoliación pueden mostrar sincronización entre ciclos biológicos y meteorológicos (Chapin y Eviner, 2005).

La generación de residuos a menudo implica el uso de cestos o trampas

dispersas por toda el área. La finalidad es cosechar hojas durante al menos un año para obtener una estimación del rendimiento total. (Salas y Infante, 2006). Estos cálculos son los únicos que no necesitan determinar la densidad individual. La forma y la superficie de las cestas dependen de varios factores; sin embargo, generalmente se utilizan formas geométricas regulares, mientras que las formas circulares son preferibles porque tienen efectos de borde. (Renolfi *et al.*, 1986).

Las ventajas de este método son que: no destruye el material que se está evaluando, no requiere estimación de densidad de especies y posibilita el análisis estadístico de los resultados adquiridos. El principal inconveniente de este método es la necesidad de recolecciones frecuentes a lo largo del tiempo (Renolfi *et al.*, 1986).

Los cambios en morfología de las especies arbóreas y sus ciclos de defoliación están relacionados con el rendimiento de hojarasca, todos estos fenómenos depende de la interacción de factores ambientales y fisiológicos de las árboles (Devineau, 1976; Vasicék, 1974).

Trofymow *et al.* (1991) afirmaron que las diferentes características fisiológicas de las especies por sí solas no pueden explicar las diferencias en la producción de hojarasca. Puede verse influenciado por diversos factores climáticos y del suelo (Caritat *et al.*, 2006; Pavón *et al.*, 2005; Liu *et al.*, 2004; Bray y Gorham, 1964).

El rendimiento de la hojarasca está relacionado con la morfología de las especies y ciclos de fenómenos que dependen de la interacción de factores ambientales y la fisiología de las especies, estas son consideradas como predictores (Lonsdale, 1988). Relacionado con la temperatura y precipitación (Liu *et al.*, 2004) En regiones áridas donde el agua es el principal factor limitante, muchas especies responden al estrés hídrico reduciendo la transpiración superficial debido a la defoliación (Strojan *et al.*, 1979).

Varias investigaciones han realizado un análisis de los diversos factores que establecen diferentes patrones de rendimiento de hojarasca en los bosques tropicales En BTS, se informó que las tasas de camada oscilan entre 2,5 y 8,65 (Kalácska *et al.*, 2005; Lawrence, 2005; Sundarapandian y Swamy, 1999; Maass *et al.*, 1995; Whigham *et al.*, 1990; Lugo *et al.*, 1978). La diferencia en la producción a menudo está relacionada con factores como el tipo de vegetación, la densidad de los árboles, el área transversal, la composición de especies y la edad de la comunidad (Facelli y Pickett, 2008).

2.1.9. Caracterización de la especie

2.1.9.1. Aspectos taxonómicos (Aróstegui, 1987)

Reino: Vegetal

División: Fanerógama

Sub división: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Familia: Rubiaceae

Género: *Calycophyllum*

Especie: *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.

Nombre común: Capirona, capirona de bajo, capirona negra.

2.1.9.2. Descripción botánica.

La especie forestal “capirona” tiene una medida 50-120 cm de diámetro y una altura de 20-35 m, el tallo es cilíndrico, regular y muy recto, con una base recta. Se distingue por una capa exterior lisa, verde, uniforme, lisa y muy brillante, que da la impresión de una espiga bien pulida, que está proporcionada por una película de papel rojo que destaca a grandes manchas irregulares, teniendo una superficie verde de la corteza. La corteza interior es homogénea, muy fina, de 1-2 mm de espesor y de color verde crema. Las ramas terminales son redondeadas o planas, de 5-6 mm de diámetro, de color marrón rojizo cuando están secas, lisas y brillantes, con semillas lanceoladas de color blanco. Hojas simples, opuestas, elípticas u oblongas, de 5 a 10 cm de largo, de 3 a 5 cm de ancho, pecíolo de 1,5 a 2,5 cm de largo, acanaladas, afiladas en toda la hoja, romas en la base, nervaduras ovadas, 12 nervaduras secundarias. -15 pares, levemente surcados, inferiormente surcados, con axila intermedia con nervaduras pequeñas, inferiormente empenachados o emplumados (10x), epidermis del limbo foliar.

Inflorescencias de címbalo mide 10-15 cm de largo y da muchas flores. Flores bisexuales, con sépalos y corola, flores de 1–1,5 cm de largo, cuando están completamente encerradas en las hendiduras de las hojas, generalmente precedidas por tres flores apicales centrales, tallos de 2–3 mm de largo. Cáliz opuesto, 5-6 apéndices de 1 mm de

largo, corola tubular, 5-6 lobadas, en forma de murciélago en el interior, estambres 5-6, apéndices en la punta de los lóbulos, discretos, generalmente corrugados y sin patrón en la parte anterior. Ovario ovalado, filamentosos, estambres ovalados. Su fruto es una pequeña cápsula oval-ovalada, de 5-8 mm de largo, de superficie roja. Se abren en bivalvos cuando maduran, con pequeños gránulos alados y un embrión central (Reynel, 2003).

2.1.9.3. Distribución y hábitat.

En la Amazonía, desde el sur de Brasil y Bolivia están por debajo de los 1.200 metros sobre el nivel del mar. Suele encontrarse en bosques secundarios, aunque también se encuentran en bosques primarios (Reynel, 2003).

Ocurren en áreas con lluvias intensas y continuas, así como en áreas con una estación seca pronunciada. Es una planta de sol que se encuentra comúnmente en bosques secundarios y de crecimiento tardío, principalmente humus para suelos arenosos, aluviales, fértiles, a veces inundados temporalmente, y áreas costeras; resistente al frío severo (Reynel, 2003).

Es una planta típica de los bosques de ribera regularmente inundados con agua clara 'Várzeas' (Sears et al. 2002).

2.2. Estado del arte

Landeta (2009) realizó un estudio sobre la cantidad de biomasa, fijación de carbono y CO_2 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 una investigación respecto a la construcción de un modelo alométrico utilizado para estimar la biomasa de *Gmelina arborea* Roxb. Se crearon seis terrenos rectangulares con una superficie de 144 m². Los resultados mostraron que la biomasa verde del árbol fue de 214,85 t/ha-1, aumentó en 71,64 t/año, y la biomasa seca por hectárea fue de 92 t/ha-1 a los tres años.

Zapata (2007) quien realizó un trabajo de investigación "Producción de hojarasca en bosques altoandinos en Antioquia, Colombia" mencionó que entre los tres (3) ecosistemas propuestos, a plantación de *Pinus patula* s indicativa de la mayor producción de

hojarasca (8,4 Mg ha⁻¹ año⁻¹), mientras que los ecosistemas naturales de roble (7,9 Mg ha⁻¹ año⁻¹) y y finalmente plantaciones de ciprés (3,7 Mg ha⁻¹ año⁻¹)

Rodríguez (2014) investigó el potencial de secuestro de carbono de *C. spruceanum* y obtuvo resultados que muestran un promedio de 178,92 kg/árbol y un total de 715,69 kg/árbol por parcela, se registró un valor en toneladas por hectárea de 7,17 t ha⁻¹. En cuanto a la biomasa de hojarasca, la parcela mostró un promedio de 14,92 t ha⁻¹.

Del castillo (2018) realizó una investigación en plantaciones de 10 años en la zona de San Martín con las especies *Guazuma crinita*, *Vitex Sp*, *Acrocarpus fraxinifolius*, *Simarouba amara*, *Tectona grandis*, *Colubrina glandulosa*, *Eucalyptus urograndis*, *Calycophyllum spruceanum*, con el objetivo de evaluación del secuestro de carbono donde los árboles con D.A.P. \geq 10 cm, también se obtuvieron datos de altura total y altura comercial, cuyos resultados muestran que *E. Urograndis* acumuló biomasa aérea con 128.80 t ha demostrado superioridad, seguido por *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* produce 2,19 t ha⁻¹, *C. spruceanum* con 2.15 t ha⁻¹. y la *S. amara* con 1,36 t ha⁻¹.

En su estudio, Gorbitz (2011) determinó la cantidad de (C) acumulado en la biomasa aérea de plantaciones de 8 años de *C. spruceanum* en dos estratos, donde la biomasa arbórea fue de 38,111 t ha⁻¹ y 77,676 t ha⁻¹ en el estrato I y II respectivamente. Respecto a la biomasa herbácea se encontró un valor promedio de 1.78 t ha⁻¹ y 2.56 t ha⁻¹. De igual manera, el nivel II y el nivel I mostraron valores de biomasa de hojarasca de 14,32 t ha⁻¹ y 10,482 t ha⁻¹ respectivamente, esta diferencia entre estratos se debió al mayor aporte de hojas de los individuos de *C. spruceanum*, en el estrato II, también indica una tasa más lenta de descomposición de esta capa.

Quitorán (2009), en su trabajo de investigación con el fin de cuantificar el almacenamiento de carbono teniendo en cuenta cinco especies forestales con una edad de dos años *Tectona grandis*, *Swietenia macrophylla*, *Guazuma crinita*, *Calycophyllum spruceanum* y *Cedrela odorata* en la región de San Martín donde los resultados mostraron concluyó que en cuanto a la variable biomasa arbórea viva t ha⁻¹, presentaron diferencias estadísticas entre las especies estudiadas, siendo la mejor especie *G crinita* con 4.76 t ha⁻¹, lo que ocurrió de igual forma con *T. grandis* que consiguió 4,23 t ha⁻¹ y la especie *C. sprucenaun* registro un valor 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.

2.3. Bases conceptuales

2.3.1. Plantación forestal

Son grupos de árboles antropogénicos que son el resultado de plantar especies forestales para múltiples propósitos, con diversos fines tales como: ambientales, comerciales y de manejo.

2.3.2. Biomasa arbórea

Es definido por la biomasa comprendida en el pesoseco al horno (con o sin corteza), incluye a las partes leñosas como tronco, corteza, ramas grandes y pequeñas de todos los árboles vivos excluyendo tocones y raíces.

2.3.3. Reserva de carbono

En silvicultura, se refiere a la cantidad de carbono almacenado en los ecosistemas forestales de la Tierra, principalmente en la biomasa y en el subsuelo, pero también en pequeñas cantidades en la madera muerta y la hojarasca.

2.3.4. Hojarasca

La palabra hojarasca tiene el significado de "conjunto de hojas que han caído de un árbol" y viene del sufijo -asca (en sentido conjuntivo) sobre la palabra "hoja" y esta del latín folium.

2.3.5. Ecuaciones alométricas

Hace mención a una expresión de origen matemático, que nos facilita comprender la biomasa de un árbol de forma sencilla midiendo otras variables. Estas ecuaciones se crearon a partir de un análisis de regresión que examinó la relación entre la masa de un árbol (generalmente el peso seco) y sus datos dimensionales (altura, diámetro).

2.3.6. Diámetro

Diámetro (DAP): Se registra el diámetro del árbol a la altura del pecho (DAP). Si el árbol tiene ramificaciones la medición a menos de 1,30 m.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. 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

3.1.1. Zona de vida

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).

3.1.2. Vegetación

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.

3.1.3. Clima

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)

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Materiales y herramientas

- Placas de aluminio 2 x 9 cm
- Clavos de acero
- Pintura Spray (rojo)
- Libreta de apunte
- Marcos de madera
- Listones de madera
- Red de nylon hexagonal
- Formato de evaluación
- Balanza Digital Gramera Tipo Romana (50kg)

- Estufa de laboratorio

3.2.2. Equipo

- Cámara Compacta de DSC-HX80 18.2 MP con Zoom 30X
- Laptop lenovo
- Gps Garmin 64s

3.3. Metodología

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

En lo que concierne se trabajó bajo lo reportado por Gorbitz, (2011). Tal se observa en la **Tabla 3**, en la cual Se han evaluado varias ecuaciones para la estimación de la cantidad de biomasa total por árbol teniendo en cuenta al diámetro a la altura del pecho (D.A.P.), el diámetro del fuste (DA) y la altura total (H) como variables determinantes o independientes. Donde las ecuaciones o modelos que nuestra ser más efectivo son aquellos que incluyen al diámetro de la base y H en el modelo, los cuales tienen valores de coeficiente de determinación de 0.98. donde el autor en mención teniendo en cuenta cada modelo realiza un ANVA (análisis de varianza), determinando que los modelos arrojan ecuaciones muy favorables y significativos, lo cual reportan un excelente ajuste siendo el P valor menor que le 1% para lo modelos ya mencionados. Asimismo, con el fin de validar estos modelos, considero parámetros estadísticos a través del error cuadrático medio (ECM) también llamado error estándar de la estimación, como también el índice de Formeval (1961), que se calcula posteriormente. Donde el criterio de selección se basa en el conjunto de modelos de regresión más adecuadas y otro grupo o conjunto de modelos de regresión no adecuadas. Considerando el aporte de ambos criterios, el modelo que aporta más que el otro se da cuando se selecciona el modelo con el CME y el FI más cercanos a 0. La **Tabla 3** también muestra la expresión 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 ajus	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) esto ubicado en la zona de Aguaytía que presenta un modelo $Bt = 0.072 * D^{2.642}$, la cual toma como referencia únicamente D, representando el rango de confianza aceptable con R2 y R2 modificado – superior 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)

Para la estimación de la biomasa por superficie de la parcela se realizó una suma de las biomazas de todos los árboles medidos y registrados (BTAV) en las parcelas de 5000 m² (según el D)

$$BAVT \text{ (Kg)} = BA_1 + BA_2 + \dots + BA_n$$

Dónde:

BAVT = Biomasa de árboles vivos en Kg

BA = Biomasa de árboles

Para la superficie de 5000 m²

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

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

Dónde:

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

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

0.002 = Factor de conversión

3.3.2. 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.

Donde al instalar el cuadrante 1 x 1 m. 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.

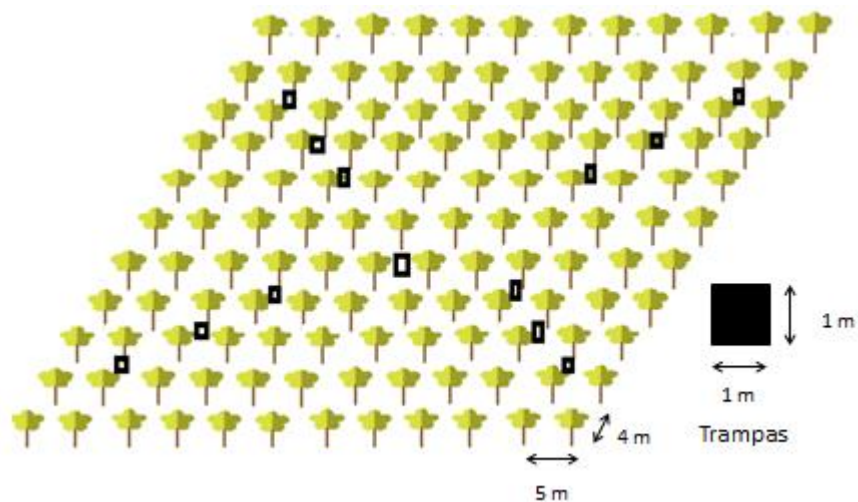


Figura 1. Distribución de las trampas recolectoras de hojarasca

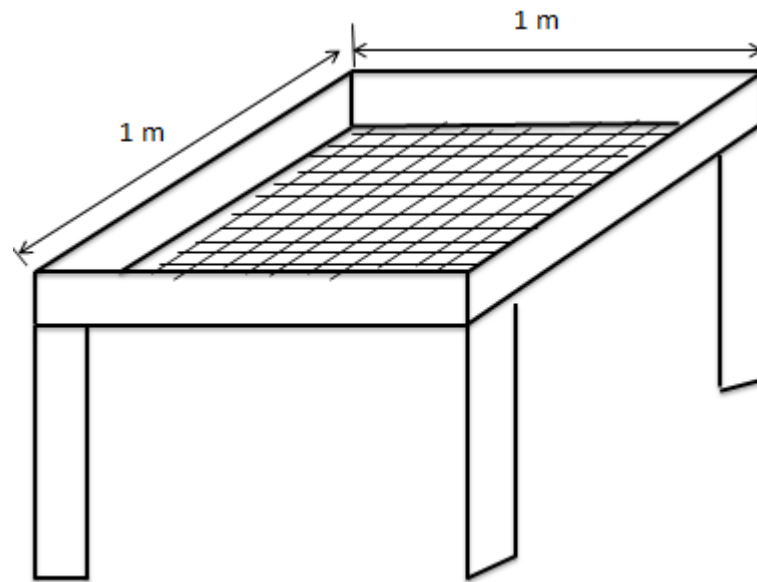


Figura 2. Modelo de la trampa de hojarasca

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 m^2 , 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)

3.3.3. 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**).

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 $p < 0.05$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. 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 ochos 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.ha⁻¹) de 17.885 a 133.422 t.ha⁻¹, 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. 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

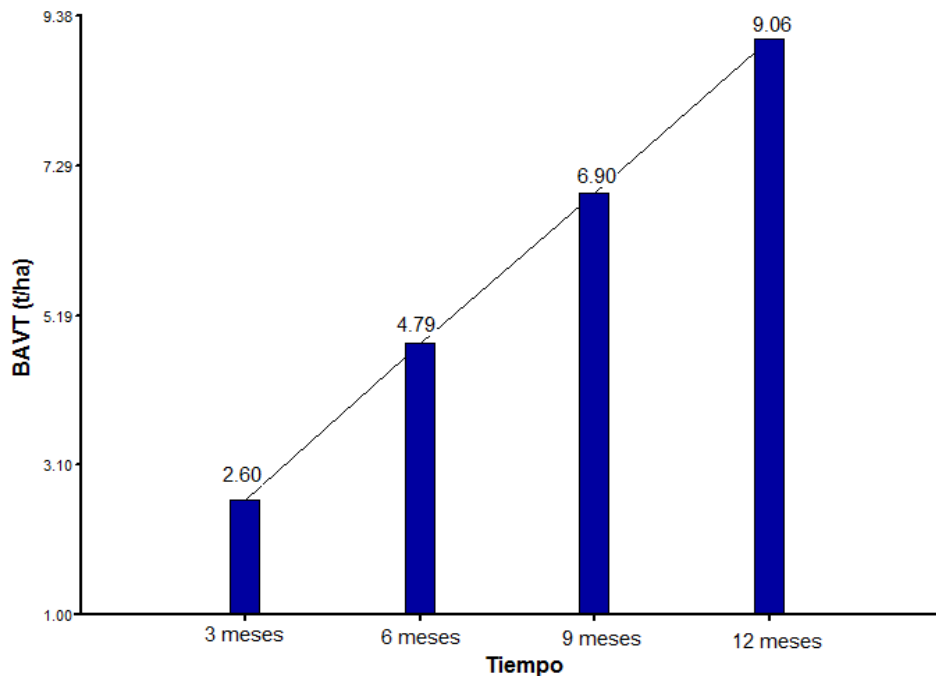


Figura 3. Incremento de BAVT (t/ha^{-1}) de *C. spruceanum*

4.2. 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 $0,27 \text{ t ha}^{-1}$, con un valor mínimo de $0,09$ y máximo de $0,42 \text{ t ha}$, 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} , estos valores son inferiores a lo encontrado por Gorbitz (2011) al estudiar por estratos el comportamiento de esta misma especie, encontró resultados que contiene valores de $14,32 \text{ t ha}^{-1}$ y $10,482 \text{ t ha}^{-1}$ de biomasa de hojarasca, estas diferencias de estrato a otro, posiblemente se debió a que en el estrato II existe mayor aporte en la acumulación de hojas de árboles de la especie de *C. spruceanum*, de igual manera hubo evidencias sobre un deterioro más lento en dicho estrato. Mientras que en plantaciones de *Guazuma crinita* Baltazar (2011) reportó valores de biomasa de hojarasca de $4,35$ y $7,92 \text{ t/ha}^{-1}$. Los valores difieren a lo reportado Zapata (2007) al estudiar la Producción de hojarasca fina en bosques Altoandinos de Antioquia, Colombia, mayores valores de producción de hojarasca fina fue en la plantación de *Pinus patula* ($8,4 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$), seguida por el ecosistema natural de roble ($7,9 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) de igual manera Rodríguez en la misma especie en estudio reportó valor promedio de $14,92 \text{ t ha}^{-1}$

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 nos 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

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 resultados que se lograron en el estudio se ven influenciados por aspecto climáticos y fisiografía 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 acumulación de la biomasa de las hojas caídas (hojarasca) es muy fundamental para analizar y entender la fenología de lo ecosistemas (Aryal *et al.*, 2015; De Jong, 2013; Vitousek, 1984). Asimismo, las investigaciones relacionado con la cuantificación de hojarasca ayudan a detectar sincronías entre ciclos biológicos y meteorológicos (Chapin y Eviner, 2005).

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

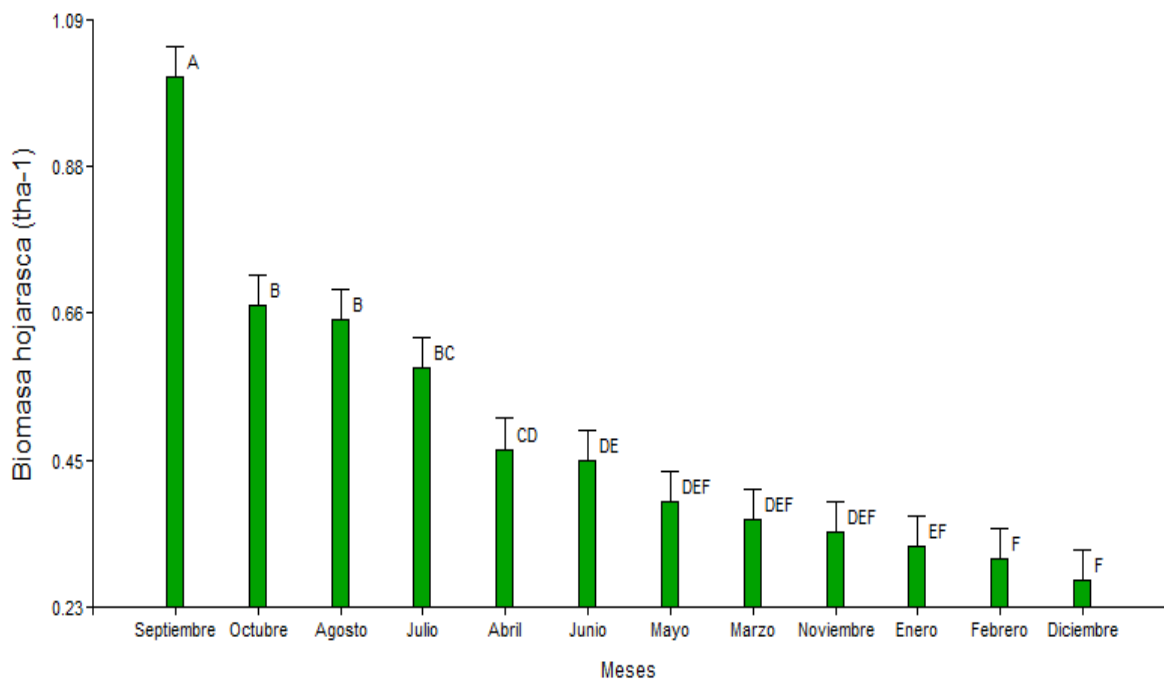


Figura 4. Biomasa de hojarasca (t/ha) en los meses evaluados

V. CONCLUSIONES

1. 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
2. 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, 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 $5.8 t ha^{-1}$.

VI. PROPUESTA A FUTURO

1. Realizar evaluaciones periódicas de biomas arbórea y hojarasca, para tomas de decisiones futuras sobre el manejo correspondiente que se podría dar a las plantaciones forestales.
2. Realizar estudios en relación a las características edafoclimáticas ya que son fundamental para el desarrollo de las plantaciones forestales, y esto se vería reflejado en la producción de biomasa.
3. Evaluar otras especies con las mismas condiciones que nos permitan comparar la biomasa en ambos ecosistemas.
4. Hacer estudios físicos, químicos y biológicos, para ver el aporte de materia orgánica de la biomasa de hojarasca.

VII. REFERENCIAS

- Andrasko, K. 1990. El recalentamiento del globo terráqueo y los bosques: Estado actual de los conocimientos. UNASYLVA
- Andrade, H., Ibrahim, M. (2003). ¿Cómo monitorear el secuestro de carbono en los sistemas silvopastoriles? *Agroforestería en las Américas* 10 (39- 40): 109 – 116.
- 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.
- Arévalo, L, Alegre, J., PALM, C. (2003). Determinación de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra en el Perú. INIA.
- Aróstegui, A. (1987). Estudio de trabajabilidad de la madera de selva baja (Zona Pucallpa) IIAP-Pucallpa y CENFOR XII. Pucallpa. 7 p.
- 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>
- Barbaran, J. (1998). *Determinación de biomasa y carbono en los principales sistemas de uso del suelo en la zona de Campo Verde*. [tesis pre grado, Universidad Nacional de Ucayali/ no publicado]
- 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>
- Baker, TG; Attiwill, PM; y Stewart HTL. 1984. Biomass equations for *Pinus Radiata* in Gippsland,
- Bray, J.R. y E. Gorham. 1964. Litter production in forest of the world, en: *Advances in Ecological Research*, Cragg, J.B. (ed). Vol 2. Academic Press. London, New York. pp.

101–157.

- Brown, P; Carbale, B.; Livernash, R. (1997). Carbon counts: Estimating climate change mitigation in forestry projects. World Resources Institute, US. 25 p. Sawyer, J. 1993. Climate change and plantations. Plantations in the tropics environmental concerns. The IUCN Forest Conservation Programme. IUCN/UNEP/WWF. Surrey, UK. Pp47 -53.
- Brown, S.; Bumham, M; Delaney, M.; Vaca, R; Powell, M; Moreno, A. (2000). Issues and challenges for forest-based carbon-offset projects: a case study of the Noel Kempff Climate Action Project in Bolivia. Mitigation and adaptation strategies for global change 5:99- 121.
- Callo-Concha, D. (2001). *Cuantificación del carbono secuestrado por algunos sistemas agroforestales y testigos en tres pisos ecológicos de la Amazonía del Perú*. [Tesis maestría, Universidad Autónoma Chapingo] Repositorio UAC
<https://chapingo.orex.es/bib/84790>
- Caritat, A., E. García-Berthou, R. Lapeña, y L. Vilar. (2006). Litter production in a Quercus suber forest of Montseny (NE Spain) and its relationship to meteorological conditions. Annals of Forest Science, 63, 791–800.
- Chapin, F.S. y V.T. Eviner. (2005). Primary production. Biogeochemistry, 8, 215–247.
- CLIMATE-DATA.ORG. s.d. Tabla climática // datos históricos del tiempo Tingo Maria. [En línea]: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/peru/huanuco/tingo-maria-28640/>
- Couteaux, M.M., P. Bottner y B. Berg.(1995). Litter decomposition, climate and litter quality. Trends in Ecology and Evolution, 10, 63–66.
- 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
- Dávalos, R; Sotelo, E; Martinez, M. (2008). Almacenamiento de Carbono. Instituto Nacional de Ecología. MX. 11 p.
- Devineau, J.L. 1976. Principales caractéristiques physiologiques et floristiques des formations forestières de Lamto (moyenne Côte d’Ivoire). Annales de l’Université

- d'Abidjan, 9, 274–303.
- 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.
- Del Valle-Arango, J.I. (2003). Descomposición de la hojarasca fina en bosques pantanosos del Pacífico Colombiano. *Interciencia*, 28 (3), 148–153.
- Díaz F R, Acosta M M, Carrillo A F, Buendía R E, Flores A E, Etchevers B J D (2007). "Determinación de la Ecuación Alométrica para estimar biomasa y carbono en *Pinus patula* Schl. Et Cham. Madera y Bosques. 13(1): 25-34 Higuchi, N; Santos, J; Ribeiro, R; Miente, L; Biot, Y. 1998. Biomassa de parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra - firme da Amazônia brasileira. *Acta Amazonica* 28:153- 166.
- FAO. (2010). Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales. Departamento Forestal. Viale delle Terme di Caralla. 00153. Roma, Italia. 346 p.
- Facelli, J.M. y S.T.A. Pickett. 2008. Plant litter: its dynamics and effects on plant community. *Botanical Review*, 57, 1–32.
- Fumival, GM. 1961. An index for comparing equations used in constructing volumen tables. *Forest Science* 4(7): p 337 - 341.
- Rugnitz, MT.; Chacón, ML.; Porro R. (2009). Guía para Determinación de Carbono em Pequenas Propriedades Rurais. Belém, Brasil.: Consórcio Iniciativa Amazônica (IA) e Centro Mundial Agroflorestral (ICRAF). 73p.
- Gayoso, J; Guerra, J; Alarcón, D. (2002). Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 157 p.
- Gonzales, M. (2008). Estimación de la biomasa aérea y captura de carbono en regeneración natural de *Pinus maximinoi* H. E. Moore, *Pinus oocarpa* var. *Ochoterenai* MTZ. y *Quercus* sp en el norte del estado de Chiapas, Mexico. Tesis (M.Sc.). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. 97 p.
- 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>

- IPCC. 2007. Climate Change (2007). Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC WG1 AR4 Final Report. 996 p.
- IPCC. (1996). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Workbook and Reference Manual Revised Versión 1996. UNEP, WMO.
- Isaac, S.R. y M.A. Nair. (2006). Litter dynamics of six multipurpose trees in a homegarden in Southern Kerala, India. *Journal of Agroforestry System*, 67,203–213.
- 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
- Kalácska, M., J.C. Calvo-Alvarado y G.A. Sánchez-Azofeira. (2005). Calibration and assessment of seasonal changes in leaf area index of a tropical dry forest in different stages of sucesion. *Tree physiology*, 25, 733–744.
- Lapeyre, T. (2004). *Determinación de las Reservas de Carbono en la biomasa aérea de diferentes sistemas de Uso de la Tierra en San Martín, Perú*. [Tesis maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina] Repositorio UNALM
- Lal, R. (2002). The potencial of soils of the tropics to sequester carbón and mitúgate the Green house effect. *Advances in Agronomy*, 76: 1- 30.
- 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>
- Larrea, G. (2007). *Determinación de las Reservas de Carbono en la Biomasa Aérea de Combinaciones Agroforestales de Theobroma cacao L. Departamento de San Martín*. [Tesis pre grado, Universidad Nacional Agraria La Molina/ No publicado]
- Lawrence, D. (2005). Regional-scale variation in litter production and seasonality in tropical dry forests of Southern Mexico. *Biotropica*, 37(4), 561–570.
- León-Rico, R. (2003). Efectos de la descomposición, la frugivoría y la remoción de frutos y

- semillas de especies arbóreas sobre los patrones de descomposición in situ en el suelo de la selva húmeda, en: *Ecología del Suelo en la Selva Tropical Húmeda de México*, Álvarez-Sánchez, J. y E. Naranjo-García (eds). Instituto de Biología. Facultad de Ciencias. Instituto de Ecología, AC, Universidad Nacional Autónoma de México. México. pp. 89–107.
- Liu, C., C.J. Westman, B. Berg, W. Kutsch, G.Z. Wang, R. Man y H. Ilvesniemi. (2004). Variation in litterfall-climate relationships between coniferous and broadleaf forest in Eurasia. *Global Ecology and Biogeography*, 13, 105–114.
- Lonsdale, W.M. 1988. Predicting the amount of litterfall in forest of the world. *Annals of Botany*, 61, 319–324.
- 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.
- Lugo, A.E., J.A. González-Liboy, B. Cintrón y K. Dugger . (1978). Structure, productivity and transpiration of a subtropical dry forest in Puerto Rico. *Biotropica*, 10, 278–291.
- Llerena, CA.; Hermoza, RM.; Llerena, LM. Plantaciones forestales, agua y gestión de cuencas. *Debate agrario* 42: 79- 110.
- Masera, OR; Ceron, AD; y Ordoñez, JA. (2001). Forestry mitigation options for México: finding synergies between national sustainable development priorities and global concerns. *Mitigation and Adaptation Strategies for Climate Change*.
- Maass, J.M., J.M. Vose, W.T. Swank y A. Martínez-Yrizar . (1995). Seasonal changes in leaf area index (LAI) in a tropical deciduous forest in west Mexico. *Forest Ecology and Management*, 74, 171–180.
- ME Diken, KG. (1997). A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. *Forest Carbon Monitoring Program*. S.L.: Winrock International Institute for Agricultura! Development. Arlington
- 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>.

- Newbould, P. (1967). Methods for estimating the primary production of forest. IBP. Handbook N° 2. Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 59.
- Olson, J.S. (1963). energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *ecology*, 44 (2), 322–331.
- Ortiz, MA. (1993). Técnicas para la estimación del crecimiento y rendimiento de árboles individuales y bosques. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 71 p.
- 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.
- Polzot, C. (2004). Carbón storage in coffee agroecosystems of southern Costa Rica: Potential applications for the Clean Development Mechanism. Thesis, Faculty of Environmental Studies, Master in Environmental Studies, York University, Toronto, Ontario, Canada 149p
- 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>
- Renolfi, R., F. Dallateo, H. Pérez y C. Kunst (1986). Métodos de estimación de biomasa aérea (hojas) de especies leñosas arbóreas y arbustivas. INTA, FAO, UNESCO, MAB. pp. 16.
- Reynel, C; Pennington, T.D; Pennington, R.T; Flores, C; Daza, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos. Darwin Initiative, ICRAF. Lima, Perú. 509p.
- 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>

- Salas, J.S. y A. Infante. (2006). Producción primaria neta aérea en algunos ecosistemas y estimaciones de biomasa en plantaciones forestales. *Rev. For. Lat.* 40, 47–70.
- Segura, M.; Kanninen, M. (2000). Almacenamiento y fijación de carbono en bosques de bajura de la zona atlántica de Costa Rica. *Comunicación Técnica* 30: 23-28.
- Sears, R.; Ugarte, J.; Soudre, M. (2002). La autoecología y la ecología de *Calycophyllum spruceanum*, un árbol de la varzea amazónica in: IX Congreso Nacional de Botánica, Iquitos, Perú.
- Sierra, C. (2001). Biomasa radical de los bosques secundarios del área de influencia de la Central Hidroeléctrica Porce II. Trabajo de Grado para optar por el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
- Sundarapandian, S.M. y P.S. SWAMY. (1999). Litter production and leaf litter decomposition of selected tree species in tropical forests at Kodayar in the Western Ghats, India. *Forest Ecology and Management*, 123, 231–244.
- Strojan, C.L., F.B. Turner y R. Castetter. (1979). Litterfall from shrubs in the northern Mojave desert. *Ecology*, 60, 891–900.
- Trofymow, J.A., H.F. Barclay y K.M. McCullough (1991). Annual rates and elemental concentrations of litter fall in thinned and fertilized Douglas-fir. *Canadian Journal of Forest Research*, 21, 1601–1615.
- Vasicék, F. (1974). Litter fall from the tree layer in a floodplain forest. En: *Ecosystem study on floodplain forest in Southern Moravia. Czechoslovak IBP report No 4. Univ. Agric. Brno.* pp. 49–60.
- Vitousek, P. (1984). Litterfall, nutrient cycling and nutrient limitation in tropical forest. *Ecology*, 65, 285–298.
- Vitousek, P. M. y R.L. Sanford. (1986). Nutrient cycling in moist tropical forest. *Annual Review Ecology and Systematics*, 17, 137–167.
- Whigham, D.F., P. Zugasty-Towle, E. Cabrera-Cano, J. O’Neill y E. Ley. (1990). The effect of annual variation in precipitation on growth and litter production in a tropical dry forest in the Yucatán of México. *Tropical Ecology*, 31 (2), 23–34.

- Young, H.F. y T.C. Tryon. (1978). A national forest biomass inventory. IUFRO, S 4.01. forest inventory meeting in Burcharest, Romania. 11 p
- 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.

ANEXOS

Tabla 10. Biomasa arbórea de árboles de *C spruceanum*

N°	EVALUACIONES					INCREMENTO DE LA BIOMASA			
	1	2	3	4	5	3 meses	6 meses	9 meses	12 meses
1	4.25	4.64	5.49	6.93	8.72	0.39	1.24	2.69	4.47
2	137.32	152.36	157.36	169.15	180.69	15.05	20.04	31.83	43.37
3	108.92	124.47	130.79	132.73	139.31	15.55	21.87	23.81	30.39
4	143.35	155.20	172.94	188.65	192.71	11.85	29.59	45.29	49.35
5	125.09	128.24	135.34	139.31	146.09	3.15	10.25	14.22	21.00
6	140.65	151.66	160.26	176.79	184.64	11.01	19.61	36.14	43.99
7	91.01	101.08	110.65	117.13	120.77	10.07	19.64	26.12	29.75
8	20.75	23.51	26.26	28.95	31.80	2.77	5.51	8.20	11.05
9	91.01	97.83	106.64	115.94	120.77	6.82	15.63	24.93	29.75
10	57.05	68.42	75.51	77.82	80.64	11.38	18.46	20.77	23.59
11	35.67	45.58	51.47	54.78	57.43	9.91	15.81	19.11	21.76
12	75.51	88.98	98.37	107.21	114.75	13.46	22.86	31.70	39.24
13	60.96	75.51	82.55	87.47	95.70	14.55	21.59	26.50	34.73
14	53.29	66.30	72.80	77.82	85.48	13.01	19.51	24.52	32.19
15	120.03	132.73	144.03	146.09	155.20	12.70	24.00	26.06	35.17
16	18.77	21.16	22.86	24.41	28.70	2.39	4.09	5.64	9.93

17	8.13	8.48	10.22	11.31	13.54	0.35	2.09	3.18	5.41
18	116.53	121.99	132.73	144.03	150.25	5.46	16.19	27.50	33.72
19	103.84	112.40	121.99	130.79	133.38	8.56	18.15	26.95	29.54
20	110.65	117.73	123.85	133.38	139.31	7.08	13.20	22.73	28.66
21	93.08	99.99	111.81	117.13	120.77	6.91	18.74	24.06	27.69
22	92.56	102.18	111.23	120.77	130.79	9.62	18.67	28.21	38.24
23	66.72	74.60	82.55	90.50	95.70	7.88	15.83	23.78	28.98
24	91.01	102.73	111.23	117.73	120.77	11.72	20.22	26.72	29.75
25	73.25	80.64	89.99	97.83	103.28	7.39	16.74	24.58	30.03
26	106.64	120.77	128.24	131.44	142.00	14.12	21.60	24.79	35.35
27	29.96	32.88	34.53	36.83	42.64	2.91	4.57	6.86	12.68
28	44.92	51.84	56.28	62.17	65.46	6.92	11.37	17.25	20.54
29	68.85	75.97	84.99	87.47	90.50	7.11	16.13	18.61	21.65
30	94.64	103.28	112.40	121.99	129.51	8.64	17.75	27.35	34.87
31	92.04	101.08	112.98	114.75	120.16	9.04	20.94	22.71	28.11
32	21.16	23.74	26.03	27.46	29.45	2.58	4.87	6.30	8.29
33	83.04	88.47	98.37	108.92	118.34	5.43	15.33	25.89	35.30
34	96.23	103.28	114.75	120.77	130.15	7.05	18.52	24.54	33.92
35	40.75	43.61	48.30	49.34	53.29	2.86	7.55	8.60	12.55

36	80.64	87.47	92.04	105.52	108.92	6.83	11.40	24.88	28.29
37	124.47	126.98	133.38	144.03	147.47	2.51	8.91	19.57	23.00
38	76.43	83.04	91.01	92.56	99.99	6.61	14.58	16.13	23.56
39	47.61	49.34	53.66	62.98	66.30	1.73	6.05	15.37	18.69
40	49.70	54.03	58.99	61.77	70.16	4.34	9.29	12.07	20.46
41	69.72	79.22	86.47	94.64	106.08	9.50	16.75	24.92	36.36
42	141.32	151.66	160.26	177.57	187.04	10.34	18.93	36.24	45.72
43	94.64	106.64	112.40	114.75	122.61	12.00	17.75	20.10	27.96
44	87.97	97.29	108.92	118.34	120.16	9.33	20.95	30.37	32.19
45	43.93	48.99	52.20	62.17	67.14	5.06	8.26	18.24	23.21
46	99.99	110.65	123.23	125.72	132.73	10.66	23.24	25.73	32.74
47	97.83	107.21	114.16	128.24	144.03	9.38	16.33	30.41	46.21
48	85.97	93.60	99.99	107.21	110.65	7.62	14.01	21.24	24.68
49	122.61	126.98	134.03	143.35	158.08	4.37	11.42	20.75	35.47
50	60.17	67.57	72.80	78.75	85.48	7.40	12.63	18.58	25.31
51	55.91	60.17	62.98	64.63	70.59	4.26	7.08	8.72	14.69
52	117.13	128.88	132.73	139.31	148.16	11.74	15.60	22.18	31.03
53	46.25	50.05	58.60	67.14	68.85	3.80	12.34	20.89	22.60
54	93.08	101.63	107.21	112.40	118.34	8.55	14.13	19.32	25.26

55	91.53	100.53	104.96	118.34	121.38	9.01	13.43	26.81	29.85
56	56.67	64.21	73.70	84.50	90.50	7.55	17.03	27.83	33.83
57	70.16	75.97	78.28	80.64	84.50	5.81	8.13	10.48	14.34
58	44.92	50.76	55.53	56.67	64.63	5.84	10.61	11.75	19.71
59	60.57	64.21	71.47	75.06	82.07	3.65	10.91	14.49	21.51
60	52.93	60.17	68.42	74.15	77.82	7.24	15.50	21.22	24.89
61	29.45	33.70	38.91	44.26	49.34	4.25	9.45	14.81	19.89
62	153.07	171.42	182.26	188.65	194.35	18.35	29.19	35.58	41.27
63	131.44	142.67	159.53	169.90	176.02	11.24	28.09	38.47	44.58
64	62.58	69.72	77.35	83.52	91.01	7.14	14.78	20.95	28.44
65	95.17	101.63	102.73	106.08	112.40	6.46	7.56	10.91	17.23
66	105.52	112.98	120.16	131.44	135.99	7.46	14.64	25.92	30.48
67	117.73	128.24	132.73	142.67	149.55	10.51	15.00	24.94	31.82
68	98.91	108.92	115.94	126.98	134.68	10.02	17.03	28.07	35.78
69	57.43	60.57	68.42	75.06	80.64	3.13	10.99	17.62	23.20
70	130.15	139.31	146.09	153.78	160.26	9.16	15.94	23.63	30.10
71	148.86	160.99	171.42	184.64	196.82	12.13	22.56	35.78	47.96
72	147.47	162.45	167.65	177.57	188.65	14.98	20.18	30.10	41.18
73	85.97	93.08	107.21	108.92	114.16	7.10	21.24	22.95	28.18

74	97.29	107.21	110.07	117.13	121.99	9.92	12.78	19.84	24.70
75	43.93	48.30	49.70	53.66	62.58	4.37	5.76	9.73	18.64
76	77.35	84.50	92.04	106.64	108.92	7.15	14.69	29.29	31.57
77	79.69	88.47	95.70	98.91	112.40	8.78	16.01	19.22	32.71
78	67.57	71.91	81.59	87.97	92.56	4.34	14.02	20.40	24.99
79	76.43	82.55	86.47	92.56	101.08	6.13	10.04	16.13	24.65
80	107.21	117.13	130.79	135.99	141.32	9.92	23.58	28.78	34.11
81	63.80	70.59	72.80	79.22	90.50	6.79	9.00	15.42	26.70
82	123.85	131.44	134.03	142.00	147.47	7.59	10.18	18.15	23.62
83	139.98	148.86	153.78	169.90	179.12	8.88	13.80	29.93	39.14
84	83.52	91.01	93.60	95.17	97.29	7.49	10.08	11.65	13.77
85	102.73	111.23	118.34	121.99	134.68	8.50	15.61	19.26	31.95
86	70.16	76.89	82.07	90.50	93.60	6.73	11.92	20.34	23.44
87	67.57	68.42	71.47	74.60	80.64	0.86	3.90	7.03	13.07
88	37.71	43.93	50.40	57.82	62.17	6.22	12.69	20.11	24.46
89	15.33	16.19	18.77	22.86	24.86	0.86	3.43	7.53	9.53
90	106.08	115.34	126.98	135.99	144.03	9.26	20.90	29.91	37.95
91	112.98	119.55	126.35	123.85	130.79	6.57	13.36	10.86	17.81
92	61.77	67.57	71.91	73.70	83.52	5.80	10.15	11.93	21.76

93	17.63	18.77	20.95	23.29	26.26	1.13	3.32	5.66	8.63
94	79.69	86.47	94.64	99.99	104.40	6.78	14.96	20.30	24.71
95	50.76	55.15	58.99	60.57	64.63	4.39	8.23	9.81	13.87
96	114.75	121.99	129.51	144.72	146.78	7.24	14.76	29.97	32.03
97	47.27	51.84	54.78	56.28	60.17	4.57	7.51	9.02	12.90
98	71.91	80.64	85.97	88.47	95.17	8.72	14.06	16.56	23.26
99	40.75	47.61	54.40	62.98	66.72	6.86	13.66	22.24	25.97
100	50.05	55.53	62.98	67.14	68.85	5.48	12.94	17.10	18.81
101	27.22	29.71	32.60	36.53	42.64	2.49	5.38	9.32	15.42
102	75.51	84.99	90.50	93.60	97.29	9.48	14.99	18.09	21.78
103	77.35	82.07	89.48	96.76	101.63	4.72	12.13	19.41	24.28
104	57.82	63.39	68.00	75.97	80.64	5.57	10.18	18.15	22.82
105	74.60	82.55	94.64	98.37	106.08	7.95	20.04	23.77	31.48
106	121.99	130.15	132.08	137.32	146.09	8.16	10.09	15.32	24.10
107	121.99	128.88	133.38	137.98	144.03	6.88	11.39	15.99	22.04
108	26.74	29.20	31.00	32.60	34.25	2.46	4.27	5.87	7.52
109	121.99	129.51	132.73	136.65	148.16	7.52	10.74	14.66	26.17
110	146.09	158.80	160.99	164.67	168.40	12.71	14.90	18.58	22.31
111	96.23	103.28	107.78	111.81	115.94	7.05	11.55	15.58	19.71

112	125.09	132.73	137.32	139.98	146.78	7.64	12.22	14.89	21.69
113	166.90	179.12	183.85	188.65	199.31	12.23	16.95	21.75	32.42
114	117.73	131.44	135.99	140.65	146.09	13.70	18.26	22.92	28.36
115	139.98	150.25	159.53	172.18	179.12	10.28	19.55	32.20	39.14
116	64.21	66.30	70.59	76.89	84.99	2.08	6.38	12.67	20.77
117	158.08	169.90	172.94	176.79	185.44	11.83	14.86	18.71	27.36
118	77.82	82.55	95.70	97.29	104.40	4.74	17.88	19.48	26.58
119	52.56	57.82	65.46	67.57	69.29	5.26	12.90	15.01	16.73
120	183.05	199.31	210.35	220.86	240.04	16.26	27.29	37.81	56.98
121	62.17	68.42	70.59	74.15	79.69	6.25	8.42	11.98	17.52
122	92.56	99.99	104.40	109.50	115.94	7.43	11.84	16.94	23.38
123	102.73	106.64	110.07	115.94	122.61	3.91	7.34	13.21	19.88
124	85.97	94.12	96.23	101.08	103.28	8.15	10.25	15.11	17.31
125	84.99	96.23	103.28	108.92	118.34	11.24	18.30	23.93	33.35
126	60.57	64.21	66.72	68.00	74.15	3.65	6.16	7.43	13.58
127	169.90	184.64	196.82	210.35	222.64	14.74	26.92	40.44	52.74
128	97.83	102.73	111.23	113.57	123.23	4.90	13.40	15.74	25.40
129	72.80	79.22	81.11	85.48	94.64	6.42	8.31	12.68	21.84
130	135.34	144.72	153.78	158.08	171.42	9.38	18.44	22.74	36.08

131	114.16	123.85	126.35	129.51	135.34	9.69	12.19	15.35	21.18
132	84.01	93.08	95.17	99.45	111.23	9.07	11.16	15.44	27.22
133	118.94	126.35	143.35	157.36	169.90	7.40	24.41	38.42	50.96
134	98.37	104.40	112.40	116.53	120.77	6.03	14.03	18.17	22.40
135	125.09	140.65	155.92	158.08	166.15	15.56	30.83	32.99	41.06
136	88.98	98.91	106.64	112.40	120.77	9.93	17.67	23.42	31.79
137	163.93	179.12	191.08	195.99	205.21	15.20	27.15	32.07	41.28
138	124.47	134.68	139.98	150.96	164.67	10.21	15.51	26.49	40.20
139	99.99	110.65	114.16	130.79	135.34	10.66	14.17	30.80	35.35
140	101.63	108.92	120.77	130.79	133.38	7.29	19.14	29.17	31.75
141	137.98	148.86	153.07	158.08	164.67	10.88	15.09	20.10	26.69
142	137.98	149.55	157.36	168.40	175.25	11.58	19.38	30.42	37.27
143	130.79	144.72	153.78	172.18	178.34	13.92	22.99	41.39	47.55
144	99.45	105.52	107.78	111.23	120.16	6.07	8.33	11.78	20.71
145	125.72	134.68	149.55	159.53	172.94	8.97	23.84	33.81	47.23
146	137.32	146.78	153.78	158.80	171.42	9.46	16.47	21.49	34.10
147	70.59	77.35	82.07	84.99	92.56	6.76	11.48	14.40	21.97
148	85.48	97.29	106.64	110.07	121.99	11.81	21.16	24.59	36.51
149	186.24	198.48	205.21	218.20	228.96	12.24	18.97	31.97	42.72

150	112.98	121.38	129.51	134.68	141.32	8.40	16.53	21.70	28.34
151	187.84	201.83	207.77	229.87	238.17	13.98	19.93	42.03	50.32
152	71.47	75.97	78.75	85.97	87.97	4.50	7.28	14.50	16.50
153	65.46	71.91	75.06	85.48	92.56	6.45	9.60	20.02	27.10
154	107.21	116.53	123.23	125.72	129.51	9.32	16.01	18.51	22.30
155	130.15	144.72	158.08	163.93	168.40	14.57	27.93	33.77	38.24
156	83.52	92.56	96.76	109.50	115.94	9.04	13.24	25.97	32.42
157	86.47	94.12	106.64	112.98	118.34	7.65	20.17	26.51	31.87
158	95.70	103.84	108.92	114.16	130.79	8.14	13.22	18.46	35.09
159	200.99	221.75	234.46	246.65	256.29	20.76	33.47	45.66	55.30
160	76.89	82.07	95.70	99.45	108.35	5.18	18.81	22.56	31.46
161	42.32	44.92	45.58	48.99	55.15	2.60	3.26	6.67	12.83
162	68.42	78.28	87.47	95.17	97.29	9.86	19.04	26.75	28.87
Máximo	200.99	221.75	234.46	246.65	256.29	20.76	33.47	45.66	56.98
Mínimo	4.25	4.64	5.49	6.93	8.72	0.35	1.24	2.69	4.47
Media	90.24	98.28	105.03	111.53	118.20	8.04	14.79	21.28	27.96
BTAV (kg)	14915.12	16246.64	17359.82	18432.76	19531.60	1302.33	2395.20	3448.01	4528.75
BAVT (t/ha ⁻¹)	29.83	32.49	34.72	36.87	39.06	2.60	4.79	6.90	9.06



Figura 5. Plantación de *C. spruceanum*



Figura 6. Evaluación de la circunferencia de la base de *C. spruceanum*



Figura 7. Instalación de las trampas para I hojarasca



Figura 8. Trampa instalada de forma sistemática



Figura 9. Caída de hojarasca



Figura 10. Hojarasca acumulada en un periodo de tiempo



Figura 11. Colecta y pesaje de hojarasca en estado húmedo



Figura 12. Oreado de las muestras de hojarasca colectada



Figura 13. Pesaje de la hojarasca en estado seco