



La investigación, su esencia y arte.

FONDO EDITORIAL

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE TAYACAJA
DANIEL HERNÁNDEZ MORILLO

<https://fondoeditorial.unat.edu.pe>



Morfofisiología foliar en el crecimiento de *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) en Yarinacocha, Ucayali



Karen Stephanny Córdova Flores
Alina Luisa Ypushima Pinedo
Ena Vilma Velazco Castro

Octavio Francisco Javier Galván Gildemeister
Luisa Riveros Torres

Morfofisiología foliar en el crecimiento de *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) en Yarinacocha, Ucayali



La investigación, su esencia y arte.

Karen Stephanny Córdova Flores

Alina Luisa Ypushima Pinedo

Ena Vilma Velazco Castro

Octavio Francisco Javier Galván Gildemeister

Luisa Riveros Torres

Pampas – Tayacaja

2023

Morfofisiología foliar en el crecimiento de *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) en Yarinacocha, Ucayali

© Karen Stephanny Córdova Flores

Email: kcordova@unia.edu.pe

Dirección: Calle Santa Lucía Mz 201 A Lt 22, Yarinacocha, Ucayali - Perú

Alina Luisa Ypushima Pinedo

Email: aypushimap@unia.edu.pe

Dirección: Jr. Bellavista 1014, Callería, Ucayali - Perú

Ena Vilma Velazco Castro

Email: evelazcoc@unia.edu.pe

Dirección: Jr. Señor de los milagros Mz I LT 1, Yarinacocha, Ucayali – Perú

Octavio Francisco Javier Galván Gildemeister

Email: ogalvang@unia.edu.pe

Dirección: Jr. Iparía manzana 55 lote 13, Yarinacocha, Ucayali - Perú

Luisa Riveros Torres

Email: lriverost@unia.edu.pe

Dirección: Urb. FONAVI Mz. Q Lt. 12, Yarinacocha, Ucayali, Perú

Editada por:

© Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo (UNAT) - Fondo Editorial.

Dirección: Bolognesi N° 416, Tayacaja, Huancavelica -Perú

info@unat.edu.pe

Telf: (+51) 67 -990847026

Web: <https://unat.edu.pe/>

Primera edición digital: Setiembre 2023

Libro digital disponible en <https://fondoeditorial.unat.edu.pe>

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2023-09444

ISBN: 978-612-5123-10-7

Corrección de estilo y Diseño y Diagramación: Gráfica “imagen”:

Gianmarco García Curo

gianmarco.garcia.c@gmail.com / Telf: +51 925 622 439

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, su tratamiento información, la transmisión de ninguna otra forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del copyright.

Tabla de Contenido

DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO.....	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUCCION.....	10
2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	12
3. MARCO TEORICO	16
3.1. Importancia comercial de la madera en el Perú	17
3.2. Marco legal de las plantaciones forestales.....	17
3.3. Morfofisiología.....	17
3.3.1. Características morfológicas de las plantas	17
3.3.2. Características fisiológicas de las plantas	19
3.4. Crecimiento de las plantas	19
3.5. Descripción de <i>Calycophyllum spruceanum</i>	20
3.5.1. Dendrología	20
3.5.2. Taxonomía.....	20
3.5.3. Distribución geográfica	21
3.5.4. Producción de madera.....	22
3.5.5. Propiedades de la madera	22
3.5.6. Crecimiento.....	23
4. METODOLOGÍA.....	24
4.1. Ubicación de la Investigación.....	24
4.2. Método.....	24
4.2.1. Diseño estadístico	24
4.2.2. Codificación y marcado de árboles.....	25
4.2.3. Labores silviculturales	26

4.2.4. Evaluación de las variables morfofisiológicas	27
4.2.5. Procesamiento de datos.....	30
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
6. CONCLUSIONES.....	38
7. RECOMENDACIONES	39
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
ANEXO.....	50



La investigación, su esencia y arte.

DEDICATORIA

A nuestras hermosas familias que son el pilar y el motivo a esforzarnos cada día para ser mejores personas y profesionales.

A nuestros seres queridos que nos adelantaron, que estando en su gloria cerca del creador nos protegen desde el cielo.

A nuestra querida amiga SILVIA PATRICIA FLORES VÁSQUEZ, quien fue una coinvestigadora que aportó mucho en el proceso de la investigación,
QEPD.

AGRADECIMIENTO

A nuestro creador quien nos bendice con salud y trabajo, y nos acompaña en cada momento.

Al programa de desarrollo forestal sostenible, inclusivo y competitivo en la Amazonia Peruana SERFOR-CAF, por colaborar con el financiamiento para elaboración de la investigación

A la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia-UNIA por formar parte de esta prestigiosa institución, y brindarnos la confianza para desarrollar la investigación aportando con los plantones para la instalación.

A los estudiantes Lizeth Chanchari Tello, Noelia Lobatón, Rachel Zavala Pilco, Anyoli Melisa Peña, Nilo Achampash Pizango, por su constante trabajo en la investigación desarrollando nuevas experiencias y aprendizajes.

A los estudiantes del semestre 2017-II que cursaban Silvicultura de bosques tropicales y manejo forestal en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales, del Departamento Académico de Ingeniería Agroforestal Acuícola, que gracias a su aporte financiero y por esfuerzo en la instalación de la plantación.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la relación microfisiológica foliar con el crecimiento de *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) en Yarinacocha, Ucayali. El trabajo de investigación se realizó en la plantación de *C. spruceanum* y en el Laboratorio de Forestería pertenecientes a la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía (UNIA). En la plantación se evaluaron variables de crecimiento como altura total, diámetro a la altura del cuello, altura de copa, diámetro de copa y se colectaron muestras de hojas. En el laboratorio se evaluaron variables foliares tales como área foliar, densidad estomática y diámetro de estomas. En las variables de crecimiento hubo relación alta entre altura total con altura de copa y diámetro de copa prevaleciendo a un distanciamiento de 3 x 2 m; asimismo, entre el diámetro a la altura del cuello y el diámetro de copa fue alta la relación prevaleciendo a un distanciamiento de 3 x 4 m. En las variables foliares hubo una relación inversa alta entre densidad estomática con el área foliar y el diámetro de estomas prevaleciendo en ambos casos la profundidad a 90 cm. En las correlaciones entre variables de crecimiento y variables foliares hubo una relación alta entre densidad estomática con el diámetro a la altura del cuello y diámetro de copa, prevaleciendo en el T4 (3 x 4 m/ 30 cm).

Palabras claves: Altura total, área foliar, diámetro a la altura del cuello, diámetro de estoma, densidad estomática.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the foliar microphysiological relationship with the growth of *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) in Yarinacocha, Ucayali. The research work was carried out in the *C. spruceanum* plantation and in the Forestry Laboratory belonging to the National Intercultural University of the Amazon (UNIA). In the plantation, growth variables such as total height, diameter at neck height, crown height, crown diameter were evaluated, and leaf samples were collected. In the laboratory, foliar variables such as leaf area, stomatal density and stomatal diameter were evaluated. In the growth variables, there was a high relationship between total height with crown height and crown diameter, prevailing at a distance of 3 x 2 m; likewise, between the diameter at the height of the neck and the crown diameter the relationship was high, prevailing at a distance of 3 x 4 m. In the foliar variables there was a high inverse relationship between stomatal density with the foliar area and the stomatal diameter, prevailing in both cases the depth at 90 cm. In the correlations between growth variables and foliar variables, there was a high relationship between stomatal density with the diameter at neck height and crown diameter, prevailing in T4 (3 x 4 m/ 30 cm).

Keywords: Total height, leaf area, diameter at neck height, stomatal diameter, stomatal density.

1. INTRODUCCION

La deforestación en Perú entre los años 2000 y 2013 alcanzó una tasa anual de 113 mil hectáreas, y esta cifra se encuentra actualmente siendo superada (el comercio 2018). Ante esta problemática, las plantaciones forestales desempeñan un papel crucial al reducir la presión sobre los bosques naturales, representando una alternativa económica y social beneficiosa. Además de su importancia económica, estas plantaciones contribuyen al equilibrio paisajístico, mantienen los procesos ecológicos, protegen los suelos al prevenir la erosión y promueven el reciclaje de nutrientes. También tienen un impacto positivo en la regulación del caudal de agua, la captura de carbono y la reducción de la tala ilegal en los bosques naturales, tal como lo señala Centeno (2012).

Una de las ventajas de las plantaciones es la producción de madera para diversos fines, tales como madera estructural, madera para muebles y otros, trayendo consigo la necesidad de su expansión. Además, las plantaciones en comparación a los bosques naturales tienen muchas ventajas debido al control estrecho del número y la distribución de los árboles en la población, mediante el establecimiento en espaciamientos predeterminados, para obtener características más o menos uniformes (Diaz *et al.* 1993).

Según Smith (1962), uno de los factores decisivos en el comportamiento futuro de una plantación, es el espaciamiento; debido, a que influye en las características de crecimiento y posteriormente sobre la producción, la edad en que pueden ser aprovechadas y las prácticas culturales que se podrían aplicar.

Otra ventaja de las plantaciones, es el manejo de la profundidad efectiva del suelo que, a partir de ello las raíces de las plantas pueden penetrar sin mayores dificultades, con el objetivo de conseguir agua y los nutrientes requeridos, por ello es importante conocer que profundidad de siembra es la adecuada por especies forestales nativas para obtener su máxima productividad.

En el Perú, las experiencias de plantaciones forestales con especies nativas son limitadas, pero una de las notables involucra a *Calycophyllum spruceanum*, conocida como Capirona. Esta especie se destaca por su rápido crecimiento y sus cualidades sobresalientes para la reforestación de suelos degradados, particularmente en áreas aluviales y zonas de mayor altitud. Es especialmente adecuada para suelos con texturas arcillosas y niveles de acidez dentro de rangos aceptables. Además, se ha observado un aumento en la demanda internacional de madera de Capirona para su uso en la fabricación de pisos, según un estudio realizado por Ushiñahua (2016).

La presente investigación tiene como finalidad conocer que factores ambientales contribuirán al máximo desarrollo de la planta en cantidad y calidad deseada, comprendiendo los procesos fisiológicos a partir de su evaluación. Asimismo, la investigación busca saber que profundidad de siembra en conjunto con la densidad, incentivará al rápido crecimiento en la fase inicial de una plantación beneficiando a empresas reforestadoras, empresas privadas y públicas, así como a productores, campesinos, municipalidades, profesionales forestales entre otros.

2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En el año 2010, Ugarte y Domínguez llevaron a cabo un estudio en la cuenca del Aguaytía, Ucayali, centrado en el índice de sitio de una plantación de *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) en relación con la altura dominante. El objetivo principal era analizar cómo el lugar donde se encontraban las plantaciones afectaba la productividad de doce de ellas y, al mismo tiempo, identificar los lugares con potencial para establecer plantaciones exitosas de Capirona en la región. Utilizaron un enfoque dasométrico para relacionar las variables del suelo y las condiciones de precipitación, con el fin de evaluar el estado actual de las plantaciones. Los resultados del estudio, después de 64 meses de observación, revelaron una fuerte correlación entre el área basal (la superficie ocupada por los troncos de los árboles) y el volumen total de la plantación. También se destacaron diferencias significativas entre las parcelas evaluadas. En promedio, la altura total de los árboles fue de 13.5 metros, con un aumento medio anual de altura total de 2.2 metros por año y un diámetro promedio a la altura del pecho de 10.9 centímetros.

En su estudio realizado en 2012, Centeno investigó el efecto de diferentes dosis de fertilizante orgánico e inorgánico en el crecimiento inicial de dos especies arbóreas: *Guazuma crinita* Mart. y *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook F. Después de un período de evaluación de 180 días, se encontró que la dosis que contenía 32.7 gramos de urea, 32.7 gramos de superfosfato triple y 5.1 gramos de cloruro de potasio tuvo el mayor impacto en el crecimiento en altura y diámetro de *G. crinita* en un entorno de campo definitivo, con valores promedio de 142 milímetros y 26.47 milímetros, respectivamente. Por otro lado, en el caso de *C. spruceanum*, no

se observaron diferencias estadísticas significativas en el crecimiento en altura y diámetro en relación con las dosis de fertilizante utilizadas. Además, se notó que la aplicación de 150 gramos de guano de isla por hectárea resultó en un mayor porcentaje de hojas de color verde oscuro, alcanzando un 88.89%.

Hernández (2014), evaluaron un total de 239 árboles, donde *Cordia alliodora* (laurel) representa el 76.6 % de toda la masa forestal, con un total de 183 árboles, con una densidad de 1.22 por cada 100 m² y la especie *Calycophyllum spruceanum* (capirona) representan el 23.4% de total de masa forestal con 56 árboles y obtuvo una densidad de 1.1 por cada 300 m². Presentaron 90% fuste recto y alcanzaron una altura de 18.3 a 21.6 m, diámetro 21.6 cm y 23.8 cm respectivamente, *C. alliodora* registró un rendimiento total de 58.9 m³/ha y 44.5 m³/ha de volumen comercial y el secuestro de carbono estimó 17.3 toneladas/ha, la especie *C. spruceanum* (Capirona) registró un rendimiento total de 23.7 m³/ha y 16.6 m³/ha de volumen comercial y un secuestro de carbono estimado en 6.4 ton/ha.

La investigación, su esencia y arte.

Prevedello (2008), mostró que con movilización del suelo a través del azadón rotativo obtuvo los siguientes valores: sobrevivencia de 91%, diámetro 2.69 cm, área basal de 1.09 m²/ha y un volumen de 4.74 m³/ha a diferencia del sistema de plantación directa en donde solo obtuvo: 59% de sobrevivencia, diámetro de 1.57 cm, área basal 0.31 m²/ha y un volumen de 1.07 m³/ha en *Eucalyptus grandis*.

En general, se cuenta con pocas investigaciones sobre las características morfológicas relacionadas con la ecofisiología de los árboles, las mismas que son menos para el caso de las especies forestales de los

bosques tropicales. Araque *et al.* (2009) señala que hay una baja cantidad de investigaciones sobre la relación de la anatomía foliar con los parámetros ecofisiológicos, para especies maderables de valor comercial; en tanto que González (2013) menciona que la información bibliográfica es poca sobre como la densidad estomática influye en las características foliares morfológicas (como el ancho y el largo de la hoja).

Una variable indicadora de las características morfológicas es el área foliar, la cual es una variable relevantemente vinculada con los procesos fisiológicos que dirigen el crecimiento vegetal e influyen en el rendimiento de una plantación (Hernández *et al.* 2017). El área foliar se puede expresar de diferentes maneras, una de ellas es el índice de área foliar ($m^2 \cdot m^{-2}$), la misma que indica la productividad de los árboles plantados, siendo útil para analizar la reacción de la plantación ante los tratamientos silviculturales y el manejo cultural (Hernández *et al.* 2021). Así, por ejemplo, que se puede establecer una relación directa entre el área foliar y la producción en *Coffea arabica* variedad Castillo (Montoya *et al.* 2017).

En investigaciones, se estimó y usó.

Un estudio relacionado con especies forestales, afirma que el crecimiento del fuste, por unidad de área foliar, indica de manera consistente el vigor del árbol, de manera que ayuda a los silvicultores a fijar la densidad óptima del rodal (Waring *et al.* 1980); lo cual incide en la toma de decisiones con respecto a la intensidad de los raleos.

Según Muñoz *et al.* (2008), en relación al género *Eucalyptus*, uno de los más estudiados, se llevaron a cabo investigaciones en una plantación de *Eucalyptus nitens* de 15 años en la zona central de Chile utilizando el método del "árbol medio". Los resultados del análisis de varianza indicaron que el

raleo tuvo un efecto significativo en el área foliar de los árboles. En concreto, se observó que el área foliar proyectada alcanzaba su valor máximo con una densidad de 800 árboles por hectárea. Además, el índice de área foliar alcanzaba su punto máximo con una densidad de 400 árboles por hectárea, mientras que el área foliar específica era máxima con una densidad de 1100 árboles por hectárea.

De acuerdo con una fuente adicional, se ha observado que el *Eucalyptus urophylla* alcanza su índice de área foliar más alto durante los meses de julio y agosto. Estos meses coinciden con un período de mayor crecimiento de esta especie en plantaciones comerciales en México, según investigaciones realizadas por Hernández *et al.* (2021).

Sobre especies del bosque tropical, un estudio señala que existen diferencias significativas para el número de estomas por mm^2 , entre las especies “*Cordia thaisiana* (Boraginaceae), *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla* (Meliaceae) y *Tabebuia rosea* (Bignoniaceae)” en la etapa inicial, cuando tienen menos de dos años, cerca al Lago de Maracaibo, Venezuela; además *C. odorata* tiene una mayor tasa de asimilación de dióxido de carbono; en tanto, que *C. thaisiana* tiene una menor tasa de asimilación de dióxido de carbono, pero, al mismo tiempo, un mejor rendimiento en crecimiento del diámetro y de altura del fuste, de modo que se considera como la mejor especie para establecer en sistemas agroforestales cerca al Lago de Maracaibo (Araque *et al.* 2009).

Al investigar la relación entre el largo y ancho de las hojas con la densidad estomática, para tres especies arbóreas (*Gustavia longifolia*, *Psychotria* sp. y *Tabebuia rosea*) en Panamá; el estudio de González (2013)

considera que las proporciones de la densidad estomática fueron diferentes (estadísticamente) entre las tres especies, pero, además, se indica que no hay relación entre la densidad de estomas con la altura del árbol, el área basal y el largo de la hoja; aunque presentó una correlación negativa entre el ancho de las hojas con la densidad de los estomas.

Núñez *et al.* (2006) también reportan resultados similares, pues consideran que la densidad estomática se asocia de manera inversa con el ancho de las hojas; en el caso de cuatro poblaciones de *Prunus pérsica* y una población de *Prunus dulcis*.

En cuanto a la relación entre el número de estomas por mm² y el largo de las hojas, Lallana y Lallana (2003) reportan diferencias significativas entre los diferentes largos de las hojas, para el caso de *Eryngium horridum*, aunque González (2013) no señalan lo mismo para el caso de *Gustavia longifolia*, *Psychotria* sp. y *Tabebuia rosea*.

3. MARCO TEORICO

Su investigación, su esencia y arte.

3.1. Importancia comercial de la madera en el Perú

Según los datos obtenidos de SERFOR (2022) la exportación de madera asciende a \$ 70 946 612 valor FOB a marzo del 2022, la mayor proporción corresponde a madera perfilada (51.9%) y madera aserrada (36%); los principales países que demandan de la madera peruana son China (22.1%), Francia (20%) y República Dominicana (14.5%). Sobre la importación de madera el valor CIF (\$) es de 32 899 132, recae en tableros de partícula (46.41%) y muebles de madera de los tipos utilizados para dormitorios (12.15%), los países de origen de importación de la madera son Chile

(25.81%), Brasil (20.28%), Ecuador (16.8%), España (16.30%) y China (15.57%).

3.2. Marco legal de las plantaciones forestales

El artículo 5 de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley N° 29763, refiere a las plantaciones forestales como recurso forestal, así mismo, en el artículo 11 de la misma Ley, define a las plantaciones forestales de la siguiente manera: “Son ecosistemas forestales constituidos a partir de la intervención humana mediante la instalación de una o más especies forestales, nativas o introducidas, con fines de producción de madera o productos forestales diferentes a la madera, de protección, de restauración ecológica, de recreación, de provisión de servicios ambientales o cualquier combinación de los anteriores” (Congreso 2011),

3.3. Morfofisiología

De manera general, la morfofisiología estudia la forma, estructura y función de los organismos vivos (Calá *et al.* 2014).

3.3.1. Características morfológicas de las plantas

a) Diámetro de la copa del árbol

La luz solar es la fuente de energía para los árboles, que se convierte en energía química a través del proceso llamado fotosíntesis, por consecuencia, la copa del árbol es el responsable de este proceso, por ello, las variables para la medida de la copa de un árbol son determinantes y se

relacionan con el crecimiento y producción de un árbol (Tonini y Arco-Verde, citado por Nuto 2001).

Según Galván *et al.* (2011), el tamaño de la copa de los árboles en el bosque tropical desempeña un papel fundamental en el crecimiento de su diámetro.

b) Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Denominado también como diámetro normal, medido a 1.30 m desde la superficie del suelo, esta medida está fuertemente asociada al área basal o volumen del árbol (Wabo 2002).

c) Altura del árbol

La altura del árbol es una variable geométrica fundamental para los árboles (Chave 2005), así mismo, SERFOR (2019), refiere que la altura comercial es la medida desde el tocón hasta la primera rama principal del árbol (tallo aprovechable), mientras que la altura total, es medido desde el suelo hasta el ápice del árbol.

d) Área foliar

Guangjian *et al.*, citados por Hernández *et al.* (2020), indican “que el área foliar (AF) es la superficie en la que se intercambia energía y materia entre una planta y la atmósfera, el parámetro para medir su dinámica se denomina índice de Área Foliar (IAF), definido como la cantidad de hojas presentes en por unidad de superficie (m^2), es también un indicador para evaluar la productividad del ecosistema y de plantaciones forestales”.

3.3.2. Características fisiológicas de las plantas

a) Densidad estomática

Romero-Romero *et al.* (2019) menciona que “la densidad estomática es el número de estomas/unidad de área foliar y representa a nivel foliar la integración entre la interacción planta y ambiente, la densidad varía entre 50 y 500 por mm²”.

b) Tamaño estomático

Las estomas, influenciados por las condiciones ambientales, regulan el ingreso o salida de los gases mediante la modificación de su tamaño. Cabe señalar que las funciones principales de los estomas son: 1) intercambio gaseoso (ingresa CO₂ y libera O₂), 2) regulación del movimiento del agua a través de la transpiración (Caballero y Roca s.f.).

3.4. Crecimiento de las plantas

La investigación, su esencia y arte.

El crecimiento es el resultado de las interacciones entre los factores bióticos y abióticos en donde se desarrolla la planta, considerando el potencial biótico de la especie, su actividad fotosintética, absorción de nutrientes, procesos anabólicos y catabólicos, entre otros, asimismo, el crecimiento se ve limitada por el entorno donde se desarrolla la planta como son competencia, limitación de recursos, procesos respiratorios y estrés, además, influyen los mecanismos de autorregulación del crecimiento y el envejecimiento de la misma planta (Kiviste y Rojo 2002).

Desde el punto de vista fisiológico, Mohr, Hunt 1978, Radosevich y Holt, Gardner *et al.*, citados por Barrera *et al.* (2010), mencionan al crecimiento como un aumento irreversible en el tamaño de las plantas, seguido de los procesos de morfogénesis y diferenciación celular, influenciados por aspectos internos propios de la planta y externos como el medioambiente.

3.5. Descripción de *Calycophyllum spruceanum*

3.5.1. Dendrología

Según Flores (2014), “la copa del árbol se ubica en el último tercio con forma irregular, las ramas son alternas, el fuste es recto, cilíndrico, de apariencia lisa, color verde a rojizo, la raíz tiene base recta o aletas poco desarrolladas, hojas simples, opuestas y pequeñas (5 - 10 cm) pecioladas con estípula terminal. Flores hermafroditas, inflorescencias tirso, umbelíferas de 5 - 15 cm terminales, blancas y pequeñas. Frutos cápsulas cilíndricas pubescentes, dehiscentes, bivalvares, de 0.8 a 1.3 cm de largo, presenta 10 a 30 semillas por fruto. Semillas: Aladas con 2.3 mm de largo, sin alas, y 4 a 8 mm de largo con alas”.

3.5.2. Taxonomía

CITEMADERA y Cámara Nacional Forestal, citados por Valerio (2021), así mismo, Cerón, citado por Del Águila (2008), clasifican taxonómicamente a la especie de la siguiente manera:

Reino: Vegetal.

Sub. Reino: Cormofito.

División: Fanerógama.

Sub. División: Angiosperma.

Clase: Dicotiledónea.

Sub. clase: Dialipétalas.

Orden: Rubiales.

Familia: Rubiaceae

Género: *Calycophyllum*

Especie: *Spruceanum*

Nombre común: Capirona

Nombre científico: *Calycophyllum spruceanum* (Benth)

Sinónimos botánicos: *Eukylista spruceana* (Benth)

Nombre común: Capirona

Familia Rubiaceae, comprende 10 500 especies, distribuidas en 650 géneros, se encuentra en todo el mundo, principalmente en zonas tropicales, muchas especies se cultivan como drogas o estimulantes, por su madera clara, frutos comestibles, ornamentales, además se extraen taninos y colorantes (Flores 2014, 2018).

Género *Calycophyllum*, es un género con once especies de plantas perteneciente a la familia Rubiaceae.

3.5.3. Distribución geográfica

Naturalmente está distribuida entre los países de Bolivia, Brasil, Ecuador, Colombia y Perú ubicados en los bosques aluviales, bosques de colina baja y media, a una altitud de 0 hasta los 1200 m.s.n.m., precipitación mayor a 3000 mm/año, temperatura promedio entre 22 a 26 °C (Cruz *et al.* 2019, Flores 2019, Vílchez 2019).

3.5.4. Producción de madera

La producción de madera rolliza en el Perú es de 651 905,94 m³, la capirona, se encuentra dentro de las 20 especies forestales con mayor producción de madera rolliza ocupando el puesto 12 con 17 849.17 m³ al 2021, mientras que en madera aserrada asciende a 8568.50 m³, encontrándose en el ítem 14 (SERFOR 2021).

3.5.5. Propiedades de la madera

Flores (2018) sobre las propiedades de la madera en el siguiente detalle:

Densidad básica (gr/cm³): 0.74

Contracciones (%):

Tangencial: 9.2

Radial: 5

Volumétrica: 14.2

Relación T/R: 1.84

Dureza: Dura, pesada.

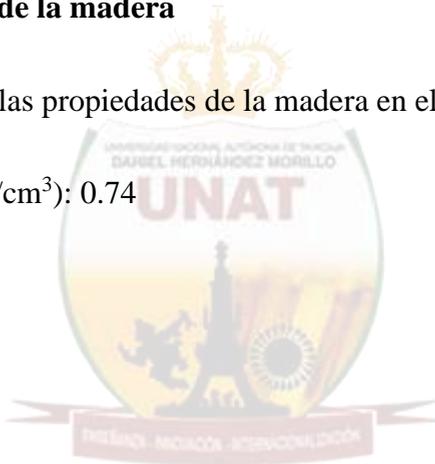
Color: Pardo blanco.

Grano: Recto, entrecruzado.

Textura: Muy fina.

Durabilidad natural: Presenta una resistencia media al ataque de hongos y termitas, no requiere preservación.

Otros: Veteado jaspeado tenue, bandas paralelas.



3.5.6. Crecimiento

Chanchari (2021), presenta a continuación el DAP y altura total por año de *C. spruceanum*:

Tabla 01

Crecimiento del DAP y altura total por año de C. spruceanum

Fuente	IMADAP (cm/año)	IMAHT (m/año)	Ubicación y descripción
Flores (2002)	2.0 a 3.0	2.5	Comunidad San Fernando
Palomino y Barra (2003)	3.1	3.6	Provincia Oxapampa Parque Nacional Yanachaga
Ugarte (2004)	0.5 a 1.8	0.6 a 2.1	Cuenca del Aguaytía Temperatura: 26°C Textura: arcillo limoso pH: 6.0
Ugarte y Domínguez (2010)	0.6 a 1.9	0.7 a 2.2	Cuenca del Aguaytía Temperatura: 26°C Textura: arcillo limoso pH: 6.0
Cuellar y Reyes (2016)	2.9	2.7	Cuenca del Aguaytía pH: 6.3
INIA (2018)	1.2 a 1.3	1	Sector Urauasha Distrito de la banda del Shilcayo Provincia de San Martín

Fuente: Chanchari (2021)

4. METODOLOGÍA

4.1. Ubicación de la Investigación

La investigación se llevó a cabo en dos ubicaciones principales: la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia (UNIA) y el Laboratorio de Forestería de la UNIA. La plantación de *Calycophyllum spruceanum* se estableció en diciembre de 2017 en suelos aluviales.

La UNIA se encuentra en la carretera a San José, Km 0.63, en el distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. Sus coordenadas UTM son 544887 E / 9077263 N, y está a una altitud de 154 metros sobre el nivel del mar.

Esta área se encuentra en la zona de vida del Bosque Húmedo Tropical y presenta un clima cálido y húmedo, con una precipitación anual que oscila entre 2,000 y 2,700 mm, siendo los meses de octubre a marzo los más lluviosos. Según datos del SENAMHI (2015), la temperatura máxima registrada es de 33.0 °C, mientras que la temperatura mínima es de 20.7 °C.

4.2. Método

4.2.1. Diseño estadístico

La investigación fue de tipo experimental. La plantación cuenta con un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), en un arreglo factorial de 2 x 2 (Cuadro 02), con dos bloques.

Un tratamiento representa una parcela, cada parcela está constituida por 30 árboles (6 filas y 5 columnas) donde los 12 árboles centrales vienen

hacer la unidad experimental o área útil, además se cuenta con borde interno y externo simple como se muestra en la Figura 01.

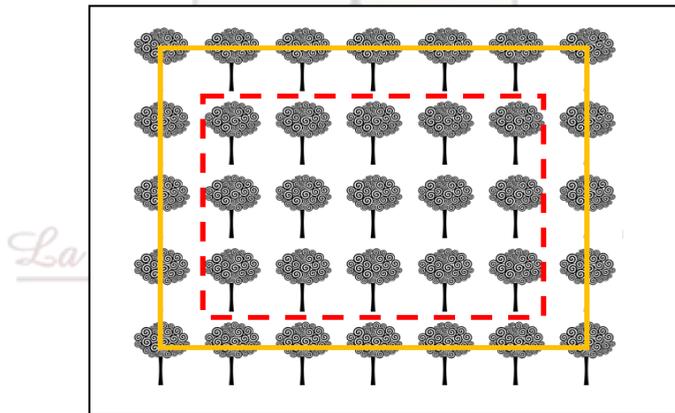
Tabla 02

Tratamientos de la investigación

N° Tratamiento	Distanciamiento	Profundidad de siembra
1	3 m x 2 m	90 cm
2		30 cm
3	3 m x 4 m	90 cm
4		30 cm

Figura 01

Distribución de la parcela



Leyenda: Borde simple - - - Área Útil

4.2.2. Codificación y marcado de árboles

Se codificó a los árboles a través de estacas con placas de aluminio, colocándoles a una distancia de distancia de 10 cm de cada árbol (el color es diferente según tratamiento), codificándose de la siguiente manera: T1F1A1B1, donde T: tratamiento, F: Fila, A: árbol, B: bloque. Con la

finalidad de evaluar el diámetro en el mismo lugar y tener mayor precisión, se marcó de color rojo alrededor del fuste, a una altura de 10 cm del suelo.

Figura 02

Codificación y marcado de árboles



La investigación, su esencia y arte.

4.2.3. Labores silviculturales

Durante la investigación se desarrollaron diversas actividades silviculturales. Entre ellas tenemos (Anexo 01):

- a) **Mantenimiento**, consistió en limpiar la maleza de la plantación con ayuda de la motoguadaña, cada 3 meses.
- b) **Poda de formación**, se desarrolló en el mes de agosto, a los 20 meses de post plantío, realizando el corte a 1/3 del tamaño de copa, utilizando una tijera de mano.

c) Fertilización, se desarrollaron tres fertilizaciones en noviembre 2018; agosto 2019 y noviembre 2019.

En agosto se realizó un muestreo del suelo, para hacer el respectivo análisis (Anexo 7). Se calculó la falta de requerimiento nutricional, dependiendo la dosis adecuada se aplicó Urea en la última fertilización adicionando un kg de humus de lombriz por planta, el cálculo se desarrolló con base a experiencias en cultivos agrícolas (cacao), debido a la falta información del requerimiento nutricional de la *C. spruceanum* u otras especies forestales.

4.2.4. Evaluación de las variables morfofisiológicas

a) Variables de crecimiento

Se llevaron a cabo mediciones de crecimiento en el área de estudio de la parcela, que incluyeron la altura total, la altura de la copa y el diámetro a 10 cm del suelo. Estas mediciones se realizaron en noviembre de 2019. Para la medición del diámetro a 10 cm del suelo, se utilizó un vernier con una precisión de 1 mm. En cuanto a la altura total y la altura de la copa, se empleó una regla telescópica de 15 metros como herramienta de medición. (Ver Anexo 02 y Anexo 03 para más detalles).

b) Evaluación del diámetro de copa

El diámetro de la copa se midió simultáneamente con las otras variables de crecimiento, siguiendo un procedimiento específico. Se realizó midiendo cada radio de la copa de la siguiente manera: Se partió desde el centro del árbol y, con la ayuda de una brújula, se orientó hacia ocho direcciones diferentes, es decir, cada 45 grados (0°, 45°, 90°, 135°, 180°,

225°, 270°, 315°) siguiendo la proyección de la copa. La distancia desde el centro del árbol hasta esta proyección se midió con una cinta métrica, lo que permitió obtener cada uno de los radios. Con estos radios, se calculó el diámetro total de la copa del árbol.

Figura 03

Medición de radios de copa



c) Área foliar, densidad estomática y diámetro de estomas

Para el análisis del área foliar (mm^2), densidad (N° de estomas por mm^2) y dimensión de la estoma (μm), fueron colectadas dos hojas (3^{ra} y 4^{ta} hoja a partir de la yema apical) localizadas en el tercio superior de la copa en tres árboles en posiciones definidas sistemáticamente por parcela, la recolección de muestras se realizó desde las 6:00 - 9:00 am en el mes de noviembre del 2019. La colecta se realizó con ayuda de una tijera telescópica.

Las hojas fueron acondicionadas en bolsas de plásticos identificados y colocados en una caja térmica con hielo para transportar al Laboratorio de Forestería de la UNIA, con la finalidad que las hojas no se marchiten (Anexo 04).

En el laboratorio fueron capturadas imágenes digitales de las hojas con ayuda de un scanner (Anexo 05). Para obtener el área foliar se utilizó el software IMAGE J 1.46r. Una vez digitalizado las hojas, se cortó la parte central para impresión del envés. Para lo cual, se colocó una gota de adhesivo incoloro en el porta objeto y se presionó la superficie foliar por aproximadamente 10 segundos hasta que se seque, obteniéndose una lámina histológica con dos películas finas que corresponden a cada hoja (Figura 04), finalmente se codificó el porta objeto (SEGATO 2004).

Figura 04

Confesión de láminas histológicas



Después de la obtención de las láminas en los porta objetos, se utilizó un microscopio óptico con cámara digital acoplado, en objetivo 40X de ampliación (Figura 05). Fueron tomados tres fotos por hojas de 1 mm², en cada fotografía con ayuda del software IMAGE J 1.46r, se hizo un transecto

diagonal, en el cual se midieron tres estomas (extremo superior, centro, extremo inferior), tanto diámetro menor como diámetro mayor utilizándose una regla graduada en micrómetros. Además, se evaluó la densidad realizándose el conteo a toda la foto de un área con aproximadamente 1 mm².

Figura 05

Hojas digitalizadas y fotos microscópica de las estomas



4.2.5. Procesamiento de datos

La investigación, su esencia y arte.

Los datos de las variables que se obtuvieron en campo y gabinete, se organizaron en un Excel, correlacionando cada fase desde la colecta del censo, hasta a toma de fotografías microscópicas, los datos fueron analizados en STATGRAPHICS Centurión XV, realizando correlación de *PEARSON*, obteniendo 21 correlaciones entre los datos de crecimiento y características morfofisiológicas de la hoja.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta fase inicial de crecimiento de la especie *C. spruceanum*, se observa que tiende a alcanzar mayores alturas totales y alturas de copa cuando se planta a una densidad más alta (3 x 2 metros) y con menor profundidad (30 centímetros). Se observa una relación fuerte entre ambas variables, como se muestra en el Cuadro 03. Además, se encontró una correlación significativa entre la altura total y la altura de la copa en las condiciones T2 y T4 del estudio. Este hallazgo concuerda con la investigación de Struck (1999), que sugiere que la altura de inserción de la copa está estrechamente relacionada con la altura total de los árboles. En el contexto de plantaciones forestales, es natural que con el tiempo, la altura de inserción de la copa se desplace hacia arriba debido a la competencia por la luz, lo cual es influenciado tanto por la cantidad como por la calidad de la luz que llega a los árboles. Sin embargo, también es importante considerar que las prácticas de poda pueden modificar artificialmente el punto de inserción de la copa. Por lo tanto, la relación entre la altura de inserción de la copa y la altura total del árbol puede ser un indicador útil para tomar decisiones sobre la altura adecuada para aplicar podas en plantaciones forestales, como señala Arias (2005). Solo en el caso del espaciamiento de 3 x 4 metros, la relación entre la altura total y la altura de la copa fue moderada.

En esta fase inicial de crecimiento de la especie *C. spruceanum*, se observa que tiende a alcanzar mayores alturas totales y diámetros de copa cuando se planta a una densidad más alta (3 x 2 metros) y con mayor profundidad (90 centímetros). Se ha encontrado una relación fuerte entre ambas variables, como se muestra en el Cuadro 03. Este hallazgo coincide con la investigación de Arias (2005), quien identificó correlaciones positivas

entre el diámetro de la copa y la altura total del árbol para algunas especies. Específicamente, para *Gmelina arborea* y *Vochysia ferruginea*, no se encontró una correlación significativa entre estas dos variables. Sin embargo, para las demás especies estudiadas, los coeficientes de correlación oscilaron entre 0.5 y 0.6.

Se encontró una relación moderada entre el diámetro a la altura del cuello y la altura de copa a un distanciamiento de 3 x 4 m, asimismo a una profundidad de 30 cm (Cuadro 03). Con respecto al distanciamiento, Córdova (2015), menciona que también encontró correlación, pero fue alta a 3 x 4 m a los 31 meses en la especie *Eucalyptus spp.*, lo que lo que indica que hay mayor disponibilidad de luz y menor competencia entre los árboles, favorece la formación de ramas y, en consecuencia, mayor crecimiento en DAP.

En el Cuadro 03 se observa una relación alta entre el diámetro a la altura del cuello y diámetro de copa, en los T3 y T4, asimismo a un distanciamiento de 3 x 4 m y a profundidades de 30 y 90 cm, la tendencia es que a medida que crece el diámetro normal también lo hace el diámetro de copa, indicando que el espacio ocupado por la especie se puede determinar en relación a su copa y diámetro; al respecto Malleux (1970) menciona “que está comprobado en todos los bosques, que mientras el crecimiento vertical se detiene por completo en la etapa de senectud de los árboles, el crecimiento horizontal (área basimétrica y de copa) siguen aunque a un ritmo lento, esto corrobora que entre el DAP y el diámetro de copa existe o debe existir una estrecha relación. De acuerdo a la posición sociológica de los árboles, el crecimiento horizontal puede variar especialmente con referencia al área de copa, así los árboles del estrato dominante no tienen mayor competencia por espacio vital y por lo tanto, desarrollan a un ritmo más

acelerado o por lo menos con mayor libertad, los árboles de los estratos más bajos deben soportar una gran competencia por espacio vital y, en consecuencia, su crecimiento horizontal y vertical es a un ritmo más lento.

A pesar de esta diferencia de ritmos de crecimiento de acuerdo a la posición sociológica del árbol, subsiste la relación de crecimiento o de tamaños entre el DAP y el diámetro de copa, ya que ambos parámetros son igualmente influenciados por su posición sociológica”. Solo en el espaciamiento 3 x 2 m la relación entre diámetro a la altura del cuello y diámetro de copa fue moderada.

En la relación altura total y diámetro a la altura del cuello fue moderada en los espaciamientos y en las profundidades. Asimismo, la relación entre altura de copa y diámetro de copa fue moderada solo con respecto al espaciamiento de 3 x 2 m.

Tabla 03

Correlaciones en las variables del crecimiento

Tratamiento	HT/DAC	HT/HC	HT/DC	DAC/HC	DAC/DC	HC/DC
T1	0.5633	0.4763	0.9825**	-0.0485	0.5395	0.5536
T2	0.8086	0.8306**	0.8042	0.7777	0.6067	0.4895
T3	0.6990	0.0729	0.7987	0.5896	0.9633**	0.4103
T4	0.6569	0.9865**	0.3965	0.6337	0.9302**	0.4002
Espaciamiento	HT/DAC	HT/HC	HT/DC	DAC/HC	DAC/DC	HC/DC
3 x 2 m	0.6125*	0.7623**	0.8843**	0.3994	0.5843*	0.6250*
3 x 4 m	0.6538*	0.6510*	0.4905	0.5817*	0.8978**	0.2640
Profundidad	HT/DAC	HT/HC	HT/DC	DAC/HC	DAC/DC	HC/DC
30 cm	0.6673*	0.9482**	0.5027	0.6557*	0.7535**	0.4295
90 cm	0.6086*	0.3194	0.8942**	0.3679	0.8066**	0.4882

HT=altura total, DAC= diámetro a la altura del cuello, HC= altura de copa,
DC= diámetro de copa. **= correlación alta, *= correlación moderada

En el Cuadro 04 se muestra las correlaciones entre área foliar, diámetro del estoma y densidad estomática, donde se observa una correlación inversa alta entre el área foliar y la densidad estomática, en el tratamiento T3 (3 x 4 m/ 90 cm), presentando mayor área foliar y menor densidad estomática, manifestando Lallana y Lallana (2004) que “la cantidad de estomas presentes en una hoja depende de factores genéticos propios de cada especie, disponibilidad de agua y la intensidad lumínica que estas reciban.

El tamaño de la hoja está frecuentemente correlacionado con su densidad estomática, considerando que las hojas de mayor tamaño poseen más superficie para que la luz incida”.

Asimismo se encontró correlación inversa alta entre el diámetro del estoma y la densidad estomática en el espaciamiento de 3 x 2 m, mencionando al respecto Aasamaa *et al.* (2001); Bussis *et al.* (2006) y Pearce *et al.* (2006) que los estomas más grandes y densidades más bajas se ven como un proceso compensatorio, pero el hecho de que los estomas grandes tienden a cerrarse más lentamente puede convertirse en una desventaja en áreas de alta irradiación, al menos el hecho que las altas densidades estomáticas generalmente ocurren en ambientes estacionales, están relacionadas con la reducción en la disponibilidad de agua, manifestando Longui (2007) que la reducción del poro estomático es una estrategia para minimizar la pérdida de agua por transpiración.

Además, se encontró una relación moderada entre el diámetro del estoma y la densidad estomática a una profundidad de 90 cm.

Tabla 04

Correlaciones en las variables foliares

Tratamiento	AF/DE	AF/DES	DE/DES
T1	-0.0725	-0.2032	-0.7677
T2	0.2904	-0.6799	-0.7255
T3	0.2729	-0.8197**	-0.0923
T4	-0.3530	0.4920	-0.5495
Espaciamiento	AF/DE	AF/DES	DE/DES
3 x 2 m	0.0254	-0.2707	-0.7521**
3 x 4 m	-0.3049	-0.1225	-0.2515
Profundidad	AF/DE	AF/DES	DE/DES
30 cm	-0.1925	-0.0293	-0.5234
90 cm	-0.0443	-0.3245	-0.6908*

AF=área foliar, DE= diámetro del estoma, DES= densidad estomática

**= correlación alta, *=correlación moderada

En el Cuadro 05 se observa una relación alta entre el diámetro a la altura del cuello y la densidad estomática en el T4 (3 x 4m/ 30 cm), indicando Romero-Romero (2020) que “fisiológicamente, una mayor densidad estomática en hojas con mayor exposición lumínica podría explicarse en términos de balance energético.

Una mayor incidencia de luz equivale a un incremento en la energía absorbida por unidad de área foliar, por lo que mayor incidencia lumínica representa una mayor necesidad de disipación de calor.

En este sentido, el aumento en el número de estomas contribuye a la disipación de calor, siempre y cuando el recurso hídrico no sea limitante”.

Tabla 05

Correlaciones altura total y diámetro a la altura del cuello con las variables foliares

Tratamiento	HT/AF	HT/DE	HT/DES	DAC/AF	DAC/DE	DAC/DES
T1	0.0252	-0.2769	0.6550	0.3394	-0.2355	0.4682
T2	0.1238	0.6609	-0.4247	0.3499	0.7796	-0.5646
T3	-0.2772	-0.2934	-0.0109	-0.0907	-0.7518	0.0329
T4	0.0155	-0.1202	0.7006	0.6770	-0.5083	0.9629**
Espaciamiento	HT/AF	HT/DE	HT/DES	DAC/AF	DAC/DE	DAC/DES
3 x 2 m	0.2590	-0.0832	0.2864	0.3730	0.0694	0.1234
3 x 4 m	-0.0312	-0.1325	0.2923	0.4595	-0.4785	0.3296
Profundidad	HT/AF	HT/DE	HT/DES	DAC/AF	DAC/DE	DAC/DES
30 cm	0.0536	0.0098	0.3008	0.5264	-0.1640	0.3371
90 cm	-0.1169	-0.1551	0.4840	0.0789	-0.1925	0.2582

HT=altura total, DAC= diámetro a la altura del cuello, AF=área foliar, DE= diámetro del estoma, DES= densidad estomática.

**= correlación alta, *= correlación moderada

La investigación, su esencia y arte.

En el Cuadro 06 se evidencia una fuerte relación entre el diámetro de la copa y la densidad estomática en las condiciones del T4 (3 x 4 metros y 30 centímetros de profundidad). Este hallazgo es respaldado por la observación de Nughes *et al.* (2013), quienes sugieren que una alta densidad estomática durante la temporada húmeda podría indicar que las especies tienen una mayor capacidad de conductancia al dióxido de carbono (CO₂) y, en consecuencia, una mayor eficiencia en la fotosíntesis. Por otro lado, Takur (1990) plantea que la reducción de la densidad estomática durante la temporada de sequía podría aumentar la resistencia estomática y disminuir la transpiración. Por lo tanto, se podría argumentar que el aumento significativo

en el diámetro de la copa de los árboles está relacionado con una mayor eficiencia en la actividad fotosintética.

Tabla 06

Correlaciones altura de copa y diámetro de copa con las variables foliares

Tratamiento	HC/AF	HC/DE	HC/DES	DC/AF	DC/DE	DC/DES
T1	0.3594	0.3909	-0.2870	0.0782	-0.1451	0.5763
T2	-0.0010	0.7666	-0.2214	0.0710	0.6589	-0.6743
T3	-0.5070	-0.7505	0.6198	-0.0799	-0.7127	-0.0833
T4	-0.0534	-0.2117	0.7135	0.7982	-0.6841	0.8838**
Espaciamiento	HC/AF	HC/DE	HC/DES	DC/AF	DC/DE	DC/DES
3 x 2 m	0.3516	0.2982	-0.2722	0.2110	0.0578	0.1493
3 x 4 m	0.0036	-0.2538	0.2598	0.5238	-0.6176*	0.4102
Profundidad	HC/AF	HC/DE	HC/DES	DC/AF	DC/DE	DC/DES
30 cm	-0.0284	-0.0226	0.3467	0.5417	-0.3796	0.2040
90 cm	-0.0226	0.1934	-0.0111	-0.0286	-0.1203	0.3578

HC= altura de copa, DC= diámetro de copa, AF=área foliar, DE= diámetro del estoma, DES= densidad estomática.

**= correlación alta, *= correlación moderada

6. CONCLUSIONES

- En las variables de crecimiento hubo relación alta entre altura total con altura de copa y diámetro de copa prevaleciendo a un distanciamiento de 3 x 2 m; asimismo, entre el diámetro a la altura del cuello y el diámetro de copa fue alta la relación prevaleciendo a un distanciamiento de 3 x 4 m.
- En las variables foliares hubo una relación inversa alta entre densidad estomática con el área foliar y el diámetro de estomas prevaleciendo en ambos casos la profundidad a 90 cm.
- En las correlaciones entre variables de crecimiento y variables foliares hubo una relación alta entre densidad estomática con el diámetro a la altura del cuello y diámetro de copa, prevaleciendo en el T4 (3 x 4 m/ 30 cm).

La investigación, su esencia y arte.

7. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre requerimientos nutricionales de la capirona durante el proceso de crecimiento.
- Continuar con la investigación para conocer más sobre estrategias de adaptación y desarrollo en la transición de la plantación.
- Durante el desarrollo de este tipo de investigaciones se debe realizar limpieza constante y fertilización.



La investigación, su esencia y arte.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, D. 2005. Morfometría del árbol en plantaciones forestales tropicales. Kurú: Revista Forestal 2(5).
- Aasamaa, K., Sober, A., Rahi, M. 2001. Leaf anatomical characteristics associated with shoot hydraulic conductance, stomatal conductance and stomatal sensitivity to changes of leaf water status in temperature deciduous trees. Australian Journal of Plant Physiology 28 (8): 765-774.
- Araque, O., Jaimez, R., Azócar, C., Espinoza, W., Tezara, W. 2009. Relaciones entre anatomía foliar, intercambio de gases y crecimiento en juveniles de cuatro especies forestales. Interciencia 34(10): 725-729.
- Barrera, J., Suárez, D., Melgarejo, L. 2010. Análisis de crecimiento en plantas. En goth's imágenes taller editorial. Experimentos en fisiología vegetal (25-39). Universidad Nacional de Colombia.
- Caballero, A., Roca, E. 2018. La importancia de los estomas. Stoller Europe. (On line: <https://fisiologiavegetal.es/wp-content/uploads/2018/05/LA-IMPORTANCIA-DE-LOS-ESTOMAS.pdf>) Acceso: 01.12.2022
- Calá, G., Despaigne, R., Cobián, J., Despaigne, R., Cisneros, Elio. 2014. Glosario de Morfofisiología Humana I. Medisan 18(3): 441-448.

- Centeno J. 2012. Dosis de fertilización en el crecimiento inicial de bolaina (*Guazuma crinita* mart.) y capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth hook f.), título Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Mención forestal. Universidad Nacional Agraria de la Selva. San Martín, Perú. 77 p.
- Congreso. 2011. Ley Forestal y de Fauna Silvestre. Congreso de la república. Lima. Perú. Consultado 26 de noviembre de 2022. Disponible <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29763.pdf>.
- Córdova, K. 2015. Estudo das respostas ecofisiológicas no crescimento de clones *Eucalyptus spp.* submetidos a variações de níveis de restrições hídricas em distintas condições edáficas. Universidad de sao paulo. Piracicaba, Brasil. 231p.
- Chave, J. 2005. Medición de la altura del árbol, para árboles tropicales: Manual de campo. Lab. Evolution et Diversité Biologique. Université Paul Sabatier 31000 Toulouse, France. Consultado 29 de noviembre de 2022. Disponible https://rainfor.org/wp-content/uploads/sites/129/2022/07/TreeHeight_spanish1.pdf.
- Cruz, W., Ramos, H., Cuellar, J. 2019. Manual de protocolos para el estudio de diversidad genética en especies forestales nativa: Tornillo (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke), Capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth.), Shihuahuaco (*Dipteryx sp.*), Ishpingo (*Amburana sp.*) y Castaña (*Bertholletia excelsa*). Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima. Perú. Consultado 25 de noviembre de 2022. Disponible

<https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/1062/5/Manual%20de%20protocolos%20para%20el%20estudio%20de%20diversidad%20gen%20c3%a9tica%20en%20especies%20forestales%20nativas.pdf>).

Díaz, M., Patiño, V., Rodríguez P., Marín C. 1993. *Gmelina arborea* Roxb. Producción de planta, establecimiento y manejo de plantaciones. Libro Técnico. Centro de Investigación Regional del Sureste. SARH– INIFAP. Mérida, Yuc. México. pp. 31–33.

El comercio. Deforestación: Perú alcanzó niveles máximos en últimos 13 años. Consultado 28 de setiembre de 2022. Disponible en <https://elcomercio.pe/peru/deforestacion-peru-alcanzo-niveles-maximos-ultimos-13-anos-309662>

Flores, Y. 2019. Fichas técnicas para plantaciones con especies nativas en zonas de Selva baja. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima. Perú. Consultado 25 de noviembre de 2022. Disponible [https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/943/1/Flores Fichas t3%a9cnicas para plantaciones con especies nativas en zona de Selva Baja.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/943/1/Flores_Fichas_t3%a9cnicas_para_plantaciones_con_especies_nativas_en_zona_de_Selva_Baja.pdf)).

Flores, Y. 2018. Árboles nativos de la Región Ucayali. Estación Experimental Agraria Pucallpa. Pucallpa, Perú. 375 p.

Flores, Y. 2014. Especies forestales nativas para la recuperación de áreas degradadas en la Región Ucayali. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Lima. Perú. Consultado 30 de noviembre de 2022. Disponible <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/473>).

- González, G. 2013. Respuesta de la densidad estomática a características foliares e individuales en tres especies de árboles en Gamboa, Panamá. *Pensamiento Actual* 13(20): 43–49.
- Galván, O., Rosado, E., Riveros, L. 2011. Guía de Prácticas de inventarios forestales: Dendrometría y Epidometría (en línea). Yarinacocha, Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales. 32 p. Consultado 29 de noviembre de 2022. Disponible <https://es.scribd.com/document/335540256/1-Guia-Practicas-Dendrometria-15may11>.
- Hernández, A, Valdez, J., Ángeles, G, De los Santos, H., Hernández, J. 2017. Área foliar proyectada para plantaciones forestales comerciales de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake en Huimanguillo, Tabasco. p.161-166. https://www.researchgate.net/profile/Julio-Camara-Cordova/publication/355889914_Seguridad_Alimentaria_aportaciones_cientificas_y_agroalimentarias/links/6182d7bbeef53e51e12422cb/Seguridad-Alimentaria-aportaciones-cientificas-y-agroalimentarias.pdf#page=174
- Hernández, A., Valdez, J., Ángeles, G., De los Santos, H., Hernández, J, Peduzzi, A., Carrero, O. 2021. Medición del índice de área foliar y su dinámica estacional en plantaciones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. *Revista mexicana de ciencias forestales* 12(63):114-137.
- Hernández, E. 2014. Influencia de las especies forestales *Cordia alliodora* “Laurel” y *Calycophyllum spruceanum* “Capirona” en el rendimiento de *Theobroma cacao*, en sistema agroforestal, Tocache, San Martín, 2013. Tesis Ingeniero Ambiental. Universidad

- Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú. 100 p. Disponible
<http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/236/6054213.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- IBA. 2014. Indústria Brasileira de Árvores. Anuário estadístico IBA. 100 p.
- Kiviste, A., Alvarez, J., Rojo, A. 2002. Funciones de crecimiento de aplicación en el ámbito forestal. INIA - Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.
<https://elibro.net/es/lc/bibliotecacrai-unia/titulos/52127>
- Loaiza, B., Quevedo, J., Rodríguez, I., García, R. 2021. Efectos del carbón mineral en la morfofisiología de plántulas de cacao tipo nacional (*Theobroma cacao* L.). Revista Científica Agro- ecosistemas 9(2): 92-98.
- Longui, B. Fotossíntese e relações hídricas de espécies de *Eucalyptus* sp. submetidas a diferentes regimes hídricos. 2007. 37 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2007.
- Lallana, V., Lallana, M. 2004. Densidad estomática en hojas de *Eryngium horridum* Malme y su relación con el estado de desarrollo de las hojas. Rev. Investig. la Fac. Ciencias Agrar. UNR 5: 81–86.
- Lallana, V., Lallana, M. 2004. Densidad estomática en hojas de *Eryngium horridum* Malme y su relación con el estado de desarrollo de las hojas. Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias - UNR 4(5):81.

- Malleux, J. 1970. Estudio de la relación DAP con el diámetro de copa en un bosque húmedo sub tropical. *Revista Forestal del Perú* (1-2):1-5.
- Montoya, E., Hernández, J., Unigarro M, C.A.; Flórez R, C.P. 2017. Estimación del área foliar en café variedad Castillo a libre exposición y su relación con la producción. *Cenicafé* 68(1):55-61.
- Muñoz, F., Espinosa, M., Cancino, J., Rubilar, R., Herrera, M. 2008. Efecto de poda y raleo en el área foliar de *Eucalyptus nitens*. *Bosque* 29(1):44-51.
- Nughes, I., Colares, M., Hernández, M., Arambarri, A. 2013. Morfo-anatomía de las hojas de *Celtis ehrenbergiana* (Celtidaceae) desarrolladas bajo condiciones naturales de sol y sombra. *Bonplandia* 22: 47-58.
- Núñez, C., Barriento, A., Rodríguez, J., Nieto-Ángel, R. 2006. Variabilidad anatómica de los sistemas de conducción y estomático de genotipos de *Prunus* spp. de diferentes orígenes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41(2):233-241.
- Prevedello, J. 2008. Preparo do solo e crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maide. Em argissolo. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de PósGraduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal. Santa María, RS, Brasil. 86 p.

- Romero-Romero, E., Sánchez, R., Sumich, J., Añino, Y., López, O. 2020.
Variaciones morfométricas y densidad estomática en hojas de
Mangifera indica bajo condiciones lumínicas contrastantes.
Tecnociencia 22 (1).
- Romero-Romero, E., Sánchez, R., Sumich, J., Añino, Y., López, O. 2019.
Variaciones morfométricas y densidad estomática en hojas de
Mangifera indica bajo condiciones lumínicas contrastantes.
Tecnociencia 22(1) 2020.
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR. 2017.
Reglamento para la gestión de las plantaciones forestales y los
sistemas agroforestales. Lima. Perú. Consultado 26 de noviembre de
2022. Disponible
<http://siar.regionsanmartin.gob.pe/documentos/reglamento-gestion-las-plantaciones-forestales-sistemas>).
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR. 2019.
Consideraciones básicas para el manejo forestal de bosques
comunales - Guía N° 03 Lima. Perú. Consultado 29 de noviembre de
2022. Disponible
[http://repositorio.serfor.gob.pe/bitstream/SERFOR/723/4/SERFOR
%202019%20MFC%20GUIA%2003%20-%202019.pdf](http://repositorio.serfor.gob.pe/bitstream/SERFOR/723/4/SERFOR%202019%20MFC%20GUIA%2003%20-%202019.pdf)).
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR. 2021. Anuario
forestal y de fauna silvestre 2021. Lima. Perú. Consultado 25 de
noviembre de 2022 Disponible
[https://drive.google.com/file/d/12C7XNIBmB2IUf3vd1tbsxx7rC1i
6-HgF/view](https://drive.google.com/file/d/12C7XNIBmB2IUf3vd1tbsxx7rC1i6-HgF/view)).

- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR. 2022. Reporte de producción de Forestal maderable 2022. Lima. Perú. Consultado 26 de noviembre de 2022. Disponible <https://sniffs.serfor.gob.pe/estadistica/es/tableros/industria-y-comercio/produccion-forestal>).
- Struck, G. 1999. Effekte von Pflanzverband, Kulturdüngung und Schlagräumung am Beispiel junger Traubeneichenbestände. Ph. D. Tesis. Göttingen, DE, Hainholz Forstwissenschaften, Band 8. 196 p.
- Scolforo, J. 2004. Invent´ario Florestal. 440p.
- Segato, F. 2004. Técnica para o estudo da anatomía da epiderme foliar de bata., Santa María. Ciencia real 34(5):1597-1601.
- Smith, D. 1962. The practice of silvicultura. Jhon wiley and Sons.7th edition. Manual Ordenacion.
- Takur, P. 1990. Different physiological response of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) cultivar to drought. Acta Physiologiae Plantarum 12(2): 175-182.
- Tonini, H., Arco-Verde, Francia, M. 2005. Morfologia da copa para avaliar o espaço vital de quatro espécies nativas da Amazônia. Pesquisa Agropecuária Brasileira 40 (7).
- Ugarte, J., Domínguez, G. 2010. Índice de sitio (IS) de *Calycophyllum spruceanum* Benth. en relación con la altura dominante del rodal en

ensayos de plantación en la cuenca del Aguaytía, Ucayali, Perú.
Ecología Aplicada 9 (1-2):101-111.

Ushiñahua, D. 2016. Comportamiento fenológico preliminar de Capirona en la provincia de San Martín, Región San Martín. Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario Estación Experimental Agraria “El Porvenir” San Martín. Hoja Divulgativa N° 002 – 2016.

Valdez-Lazalde, J., Hernández-Ramos, A., Ángeles-Pérez G., De los Santos-Posadas, H., Hernández-Ramos J., Peduzzi A., Carrero, O. 2020. Medición Del índice De área Foliar Y Su dinámica Estacional En Plantaciones De *Eucalyptus Urophylla* S. T. Blake. Revista Mexicana De Ciencias Forestales 12 (63).

Valerio, H. 2021. Análisis de la granulometría y morfología del aserrín de la madera de cinco especies forestales de Pucallpa y sus posibilidades de uso en la fabricación de briquetas. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Ucayali. Ucayali. Perú. Consultado 01 de diciembre 2022. Disponible http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/5051/B71_UN_U_INGENIERIAFORESTAL_2021_T_HERBERT_VALERIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Vilchez, F. 2019. Efecto de la fertilización en el crecimiento de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook F. en plantación, en el Centro de Investigación y Producción Tulumayo – Leoncio Prado Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal y del Ambiente. Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad Ciencias Forestales y del Ambiente, Huancayo – Perú. Consultado

25 de noviembre de 2022. Disponible
https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5094/T010_45799893_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Wabo, J. 2002. Medición de diámetros. Curso de Biometría Forestal – Guía de Clases. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. Argentina. Consultado 29 de noviembre de 2022. Disponible
https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/76146/mod_folder/content/0/WABO%20Diametros.pdf?forcedownload=1).

Waring, R., Thies, W., Muscato, D. 1980. Stem growth per unit of leaf area: a measure of tree vigor. *Forest Science* 26(1):112–117.



La investigación, su esencia y arte.

ANEXO

Anexo 01. Actividades silviculturales



Continúa Anexo 01



Anexo 02. Evaluación de la altura



Anexo 03. Evaluación del diámetro



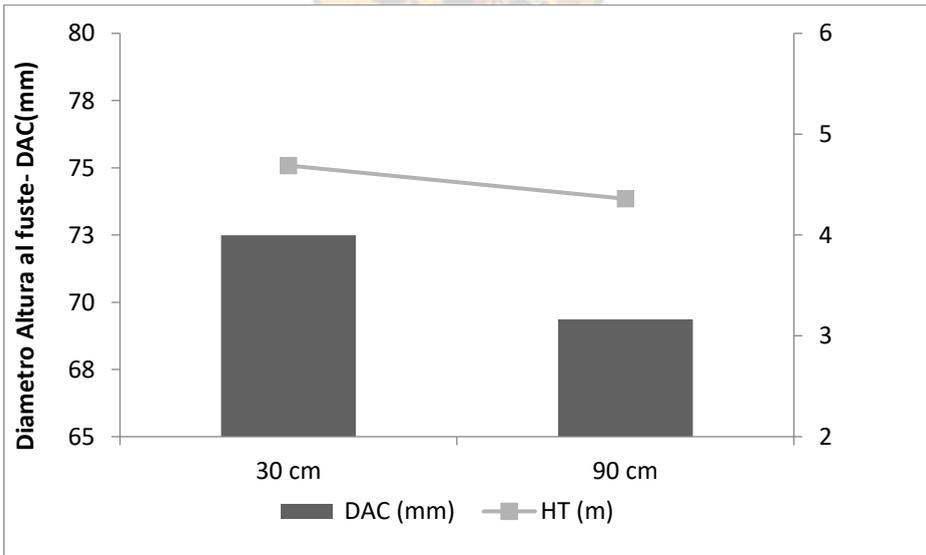
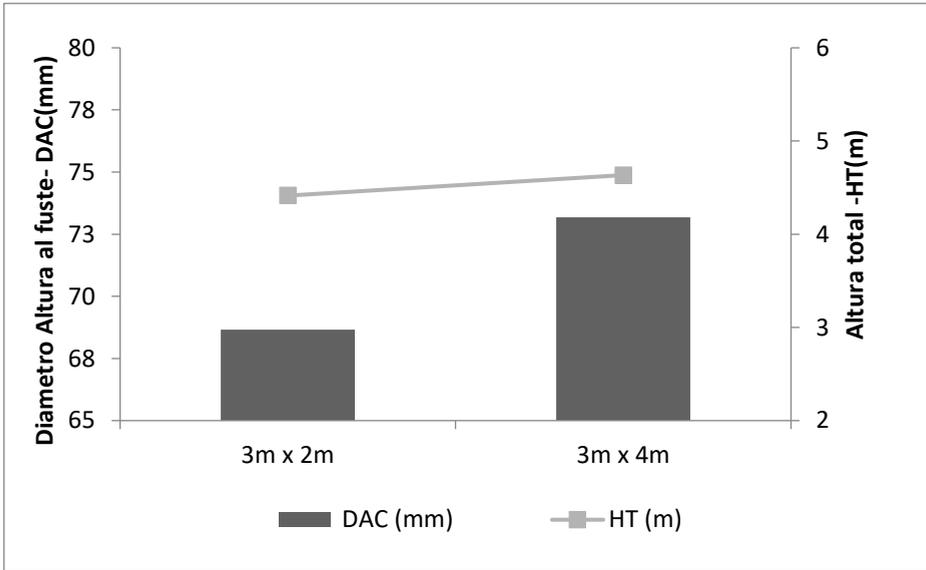
Anexo 04. Colecta de hojas



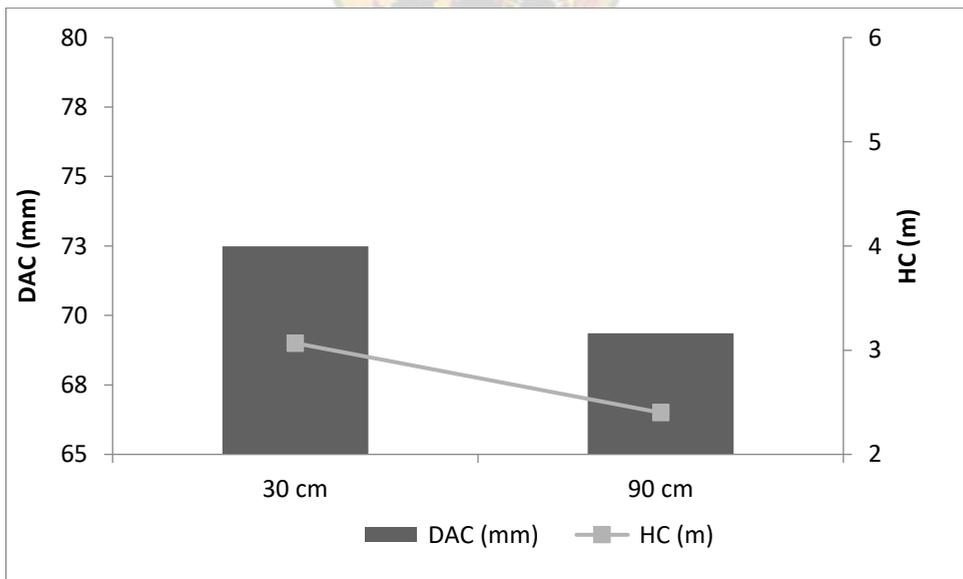
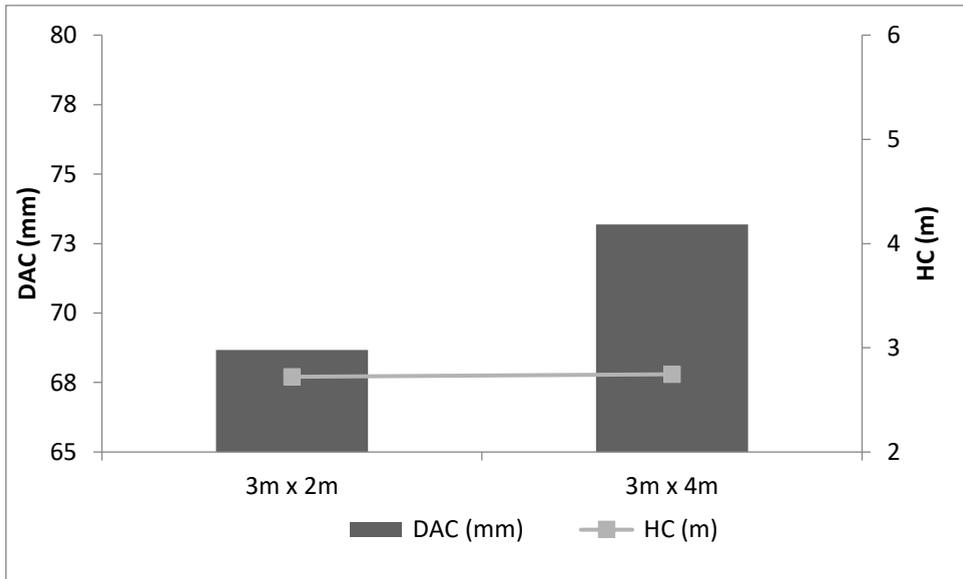
Anexo 05. Preparación de muestras foliares



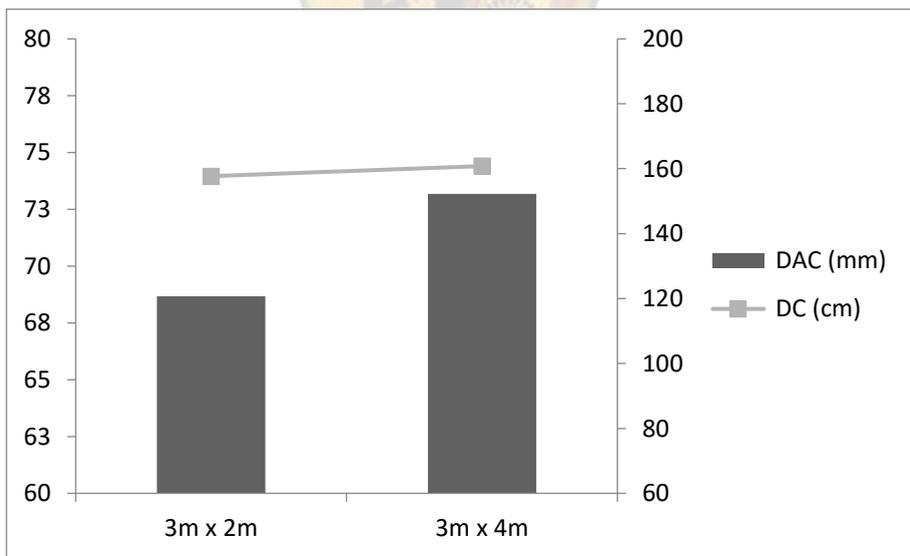
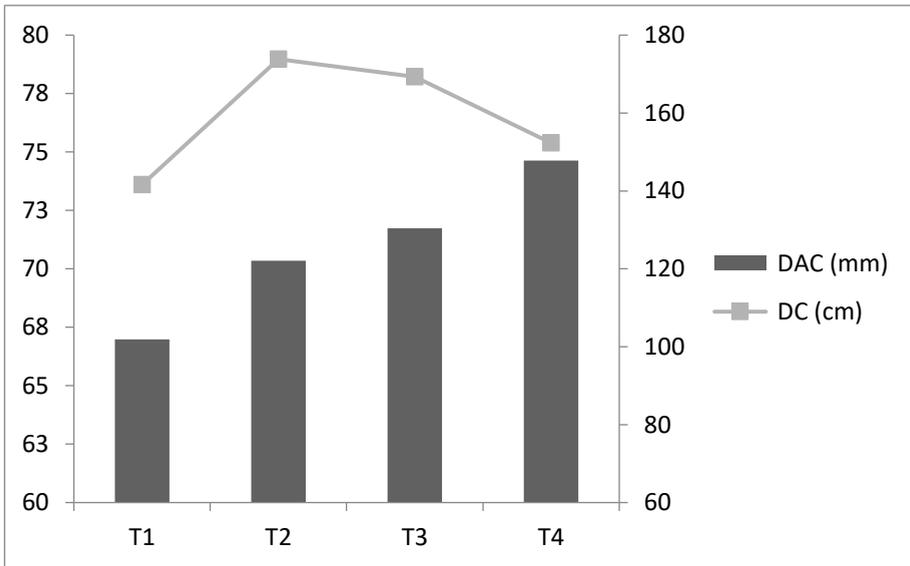
Anexo 6. Gráficos que presentan relación



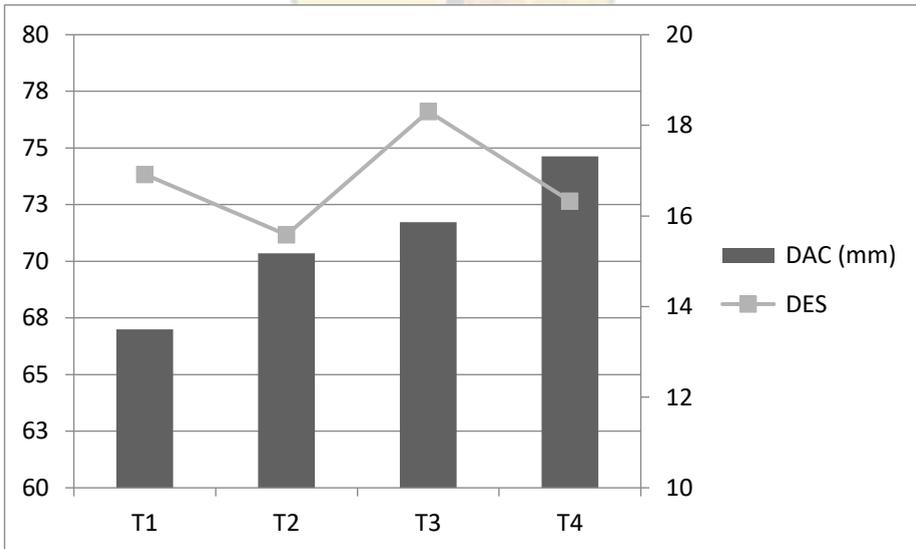
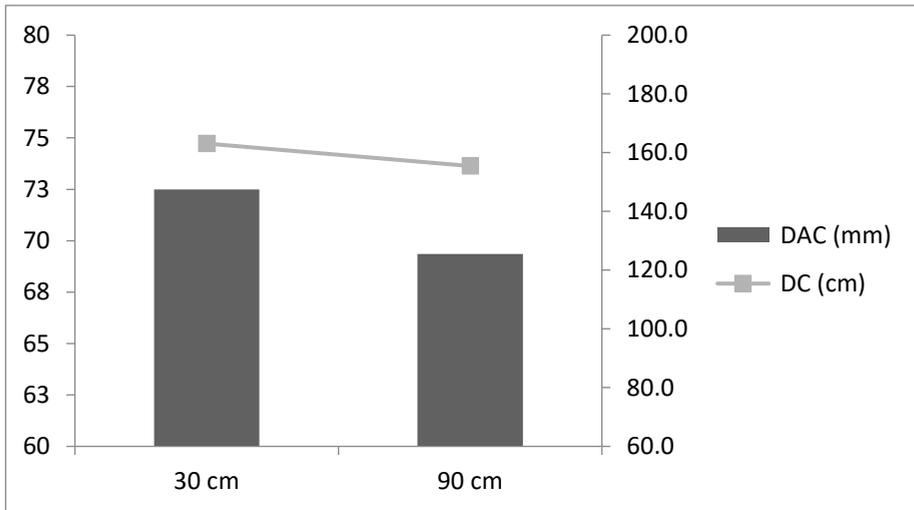
Continúa Anexo 6



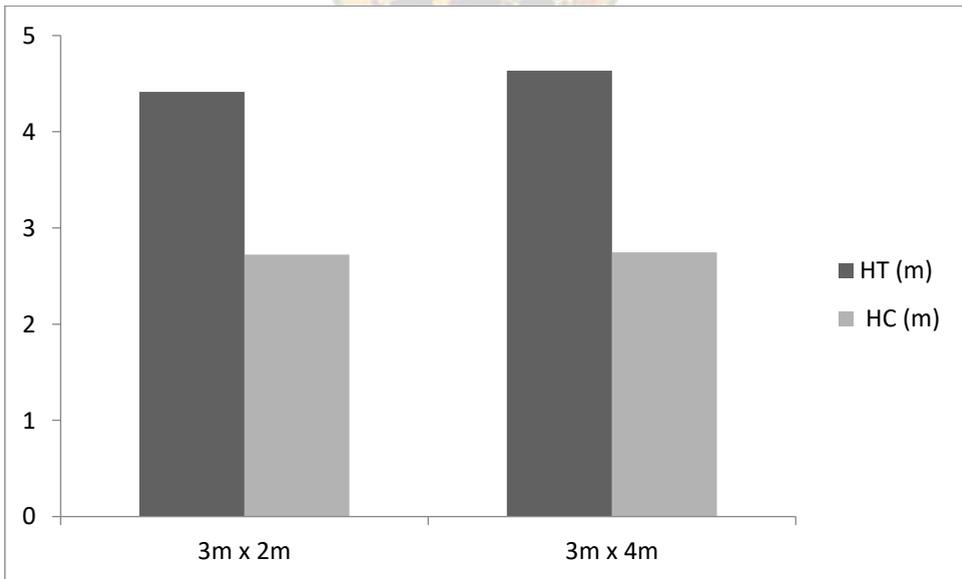
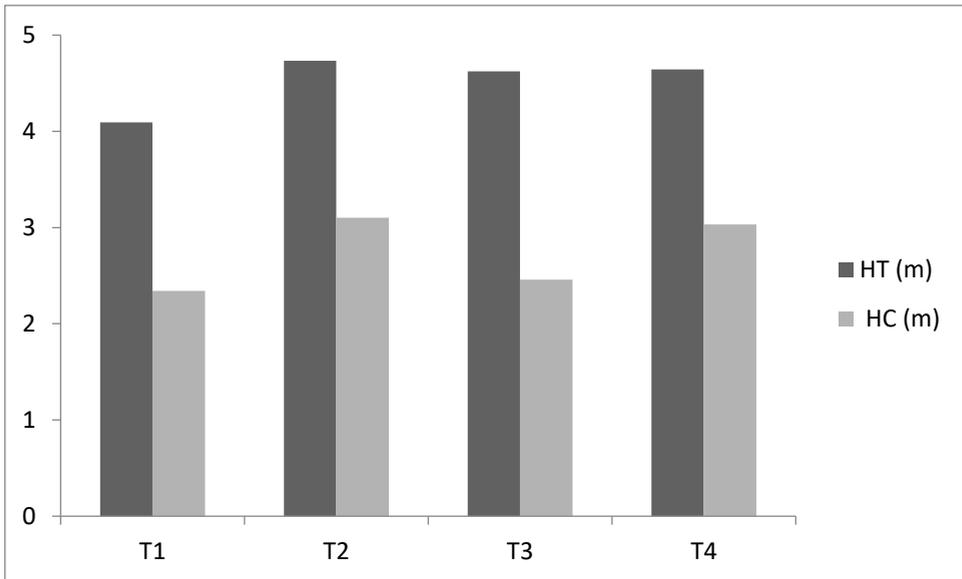
Continúa Anexo 6



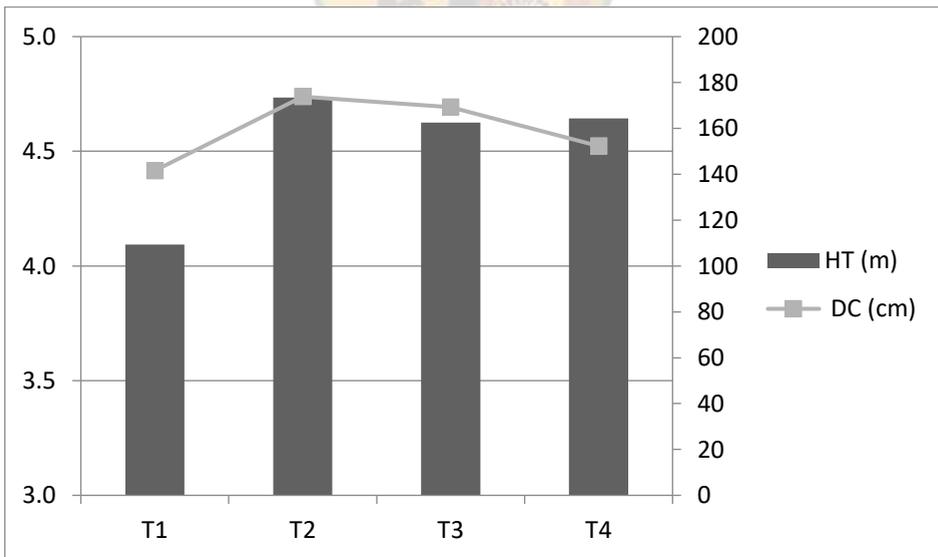
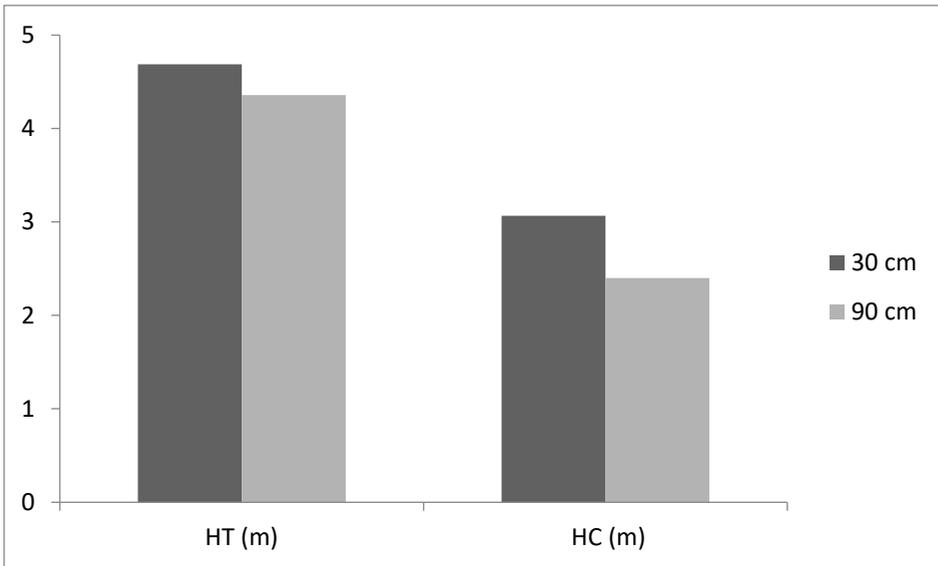
Continúa Anexo 6



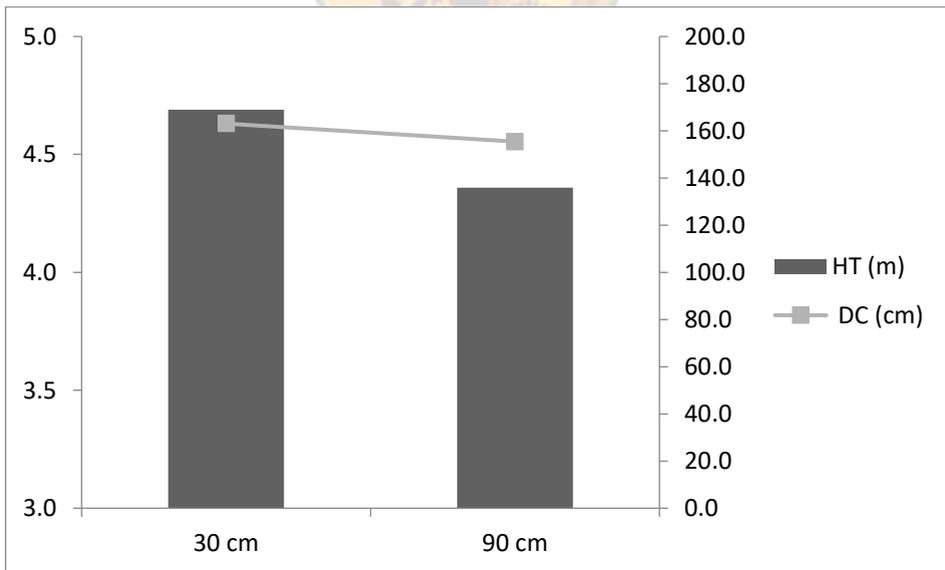
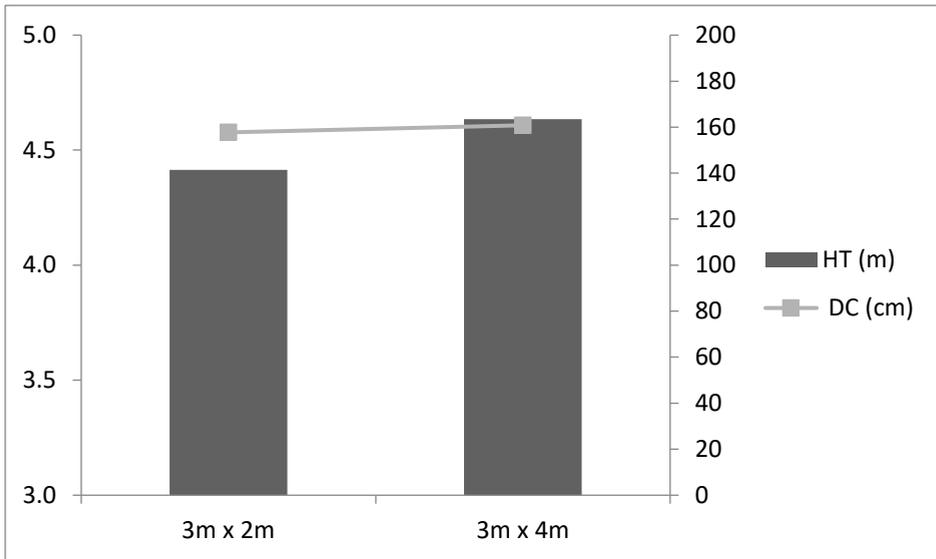
Continúa Anexo 6



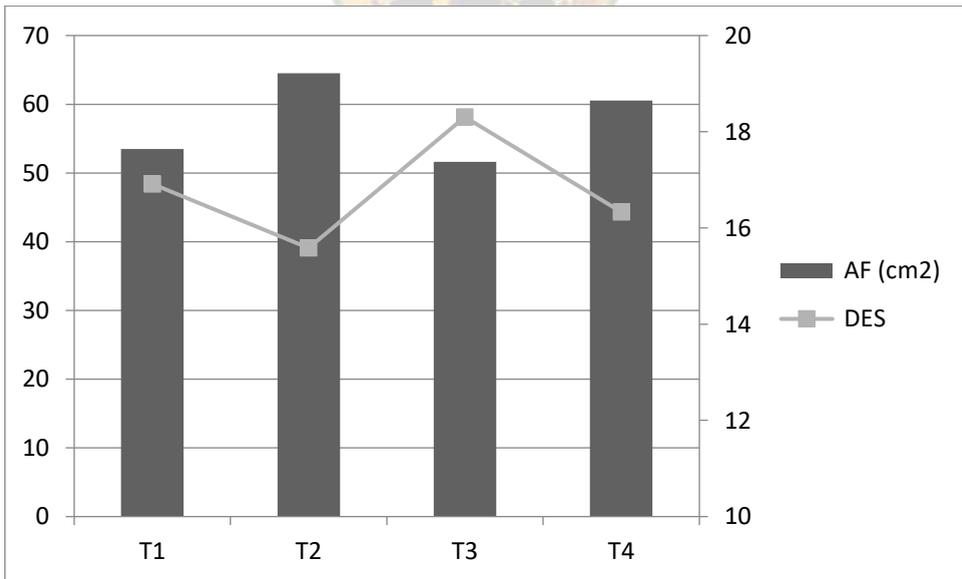
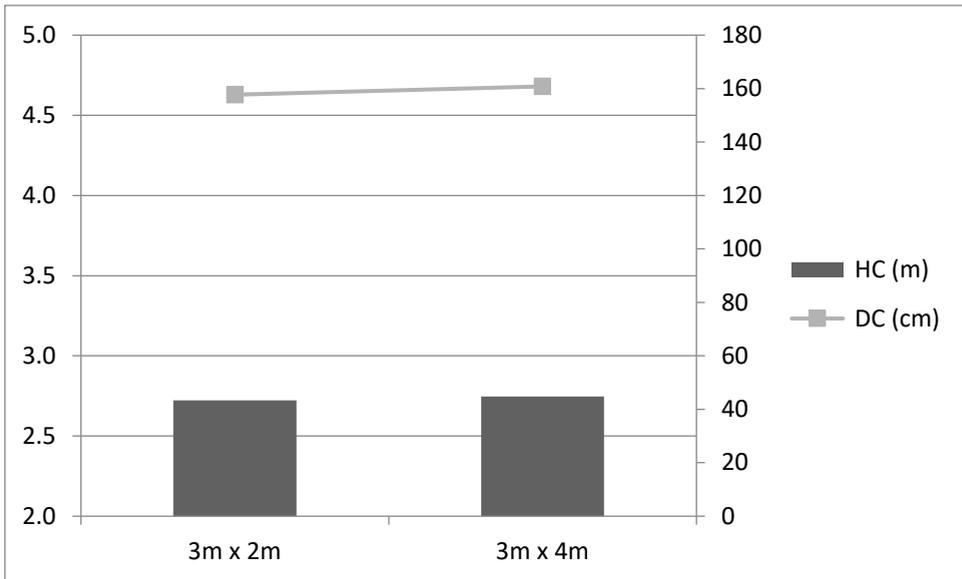
Continúa Anexo 6



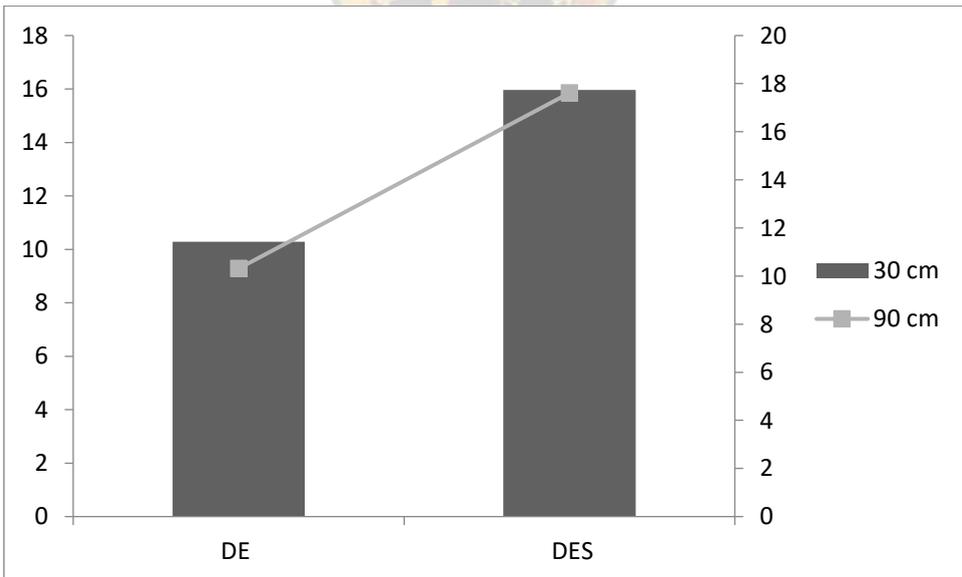
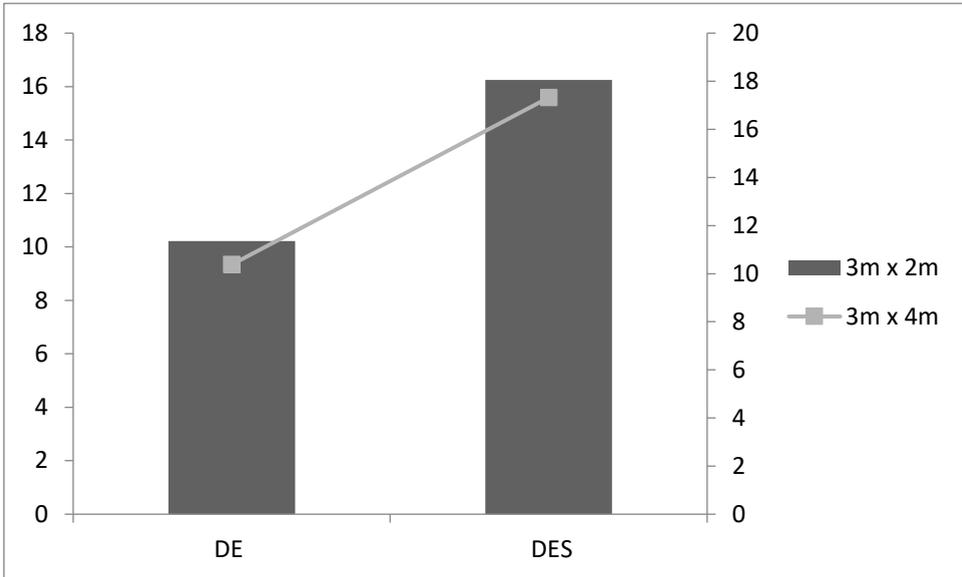
Continúa Anexo 6



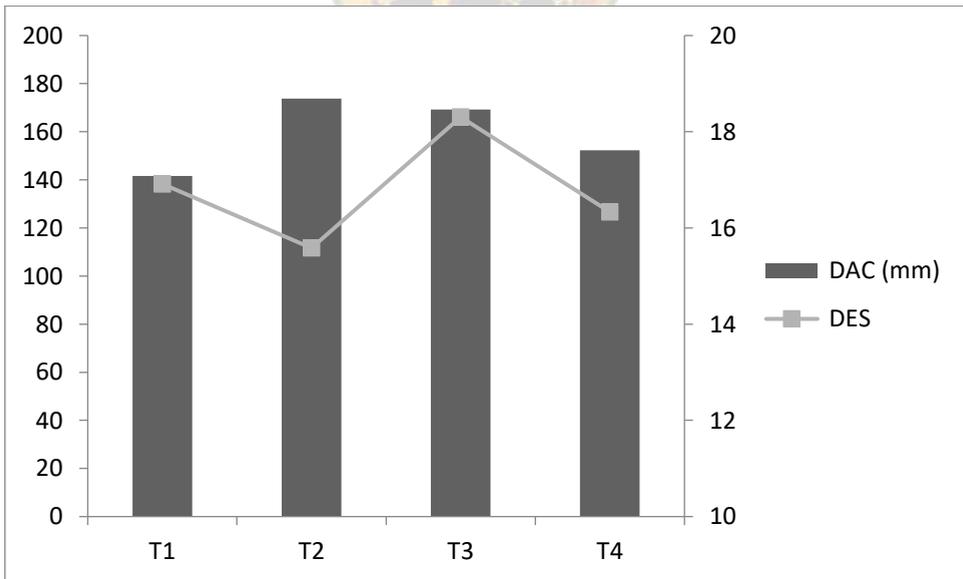
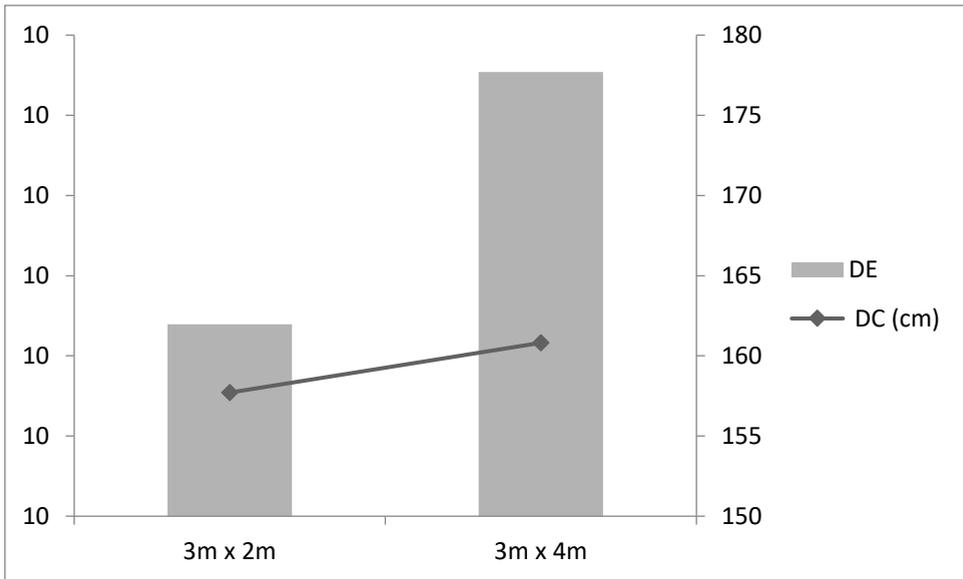
Continúa Anexo 6



Continúa Anexo 6



Continúa Anexo 6



Anexo 07. Resultado de los análisis de suelos

Cuadro 07. Cuadro del resultado del análisis de suelo en los bloques

ANÁLISIS DE SUELO		SECTOR: UNIA										CORONEL PORTILLO							
		DISTRITO: YARINACOCCHA										UCAYALI							
		PROVINCIA					DEPARTAMENTO												
N°	COD. LAB	DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	CAMBIABLES Cmdl (+)/kg			%	%			
		Cultivo	Referencia	Arena	Arcilla	Limo						TEXTURA	DISPONIBLE	Ca			Mg	K	Na
1	S0836	Capirona	BLOQUE I	32	35	33	Franco arcilloso	6.31	1.77	0.09	8.09	70.97	10.57	5.36	0.06	0.2	100	0	0
2	S0837	Capirona	BLOQUE II	8	43	49	Arcillo limoso	8.12	2.08	0.1	8.97	126.9	15.66	6.78	0.14	0.24	100	0	0

Cuadro 08. Cuadro del análisis descriptivo del suelo en los bloques

N°	COD. LAB	DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS MECANICO			TEXTURA	pH	M.O.	N	P	K	DISPONIBLE		Requerimientos nutricionales		
		Cultivo	Referencia	Arena	Arcilla	Limo							ppm	ppm	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	S0836	Capirona	BLOQUE I	32	35	33	Franco arcilloso	Ligeram. ácido	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Medio	10	-3	-32
2	S0837	Capirona	BLOQUE II	8	43	49	Arcillo limoso	Moderad. alcalino	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	Medio	Medio	4	-5	-102