

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS
NATURALES RENOVABLES



EFFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE SUSTRATO EN EL CRECIMIENTO DE
PLANTONES DE CAPIRONA (*Calycophyllum spruceanum*
(Bentham) Hooker f. ex Schumann) EN FASE DE VIVERO

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN FORESTALES

DANIEL VARGAS NAVARRO

PROMOCIÓN 2010 - I

Tingo María - Perú
2011



K50
V28

Vargas Navarro, Daniel

Efecto de diferentes tipos de sustratos en el crecimiento de plántones de Capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hooker f. ex Schumann) en fase de vivero. Tingo María 2011.

70 páginas.; 20 cuadros; 13 fgrs.; 61 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. en Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables

1. HUMUS

2. GALLINAZA

3. CAPIRONA

4. SUSTRATO

5. TRATAMIENTO

6. CRECIMIENTO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

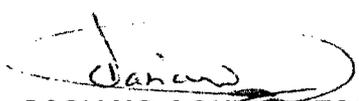
Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 17 de Enero de 2012, a horas 4:00 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

“EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE SUSTRATO EN EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE CAPIRONA (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann) EN FASE DE VIVERO”

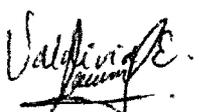
Presentado por el Bachiller: **DANIEL VARGAS NAVARRO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **"MUY BUENO"**.

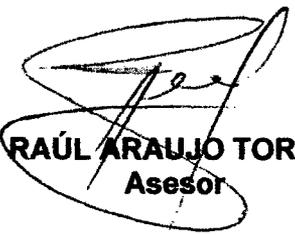
En consecuencia el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

Tingo María, 25 de Abril de 2012


Ing. MSc. **CASIANO AGUIRRE ESCALANTE**
Presidente


Ing. **WARREN RÍOS GARCÍA**
Vocal


Ing. MSc. **LUIS A. VALDIVIA ESPINOZA**
Vocal


Ing. **RAÚL ARAUJO TORRES**
Asesor



DEDICATORIA

A Dios, por ser la fuente de sabiduría y bondad infinita.

A mis padres Raúl Vargas Alava y Zulma M. Navarro de Vargas, por su inmenso amor, dedicación y entrega brindado durante todo este tiempo para ser cada día mejor.

A mis hermanos Jean Paul, Raúl, Antonio, José Carlos y Rosa del Carmen, por su confianza y el gran afecto que nos une, siendo la fuerza de mi vida.

A mi compañera de sentimientos Nadia Saldaña Armas, por su constante amor y al Sr. Wilberth Saldaña Pérez por el apoyo brindado durante esta etapa de mi vida y por su inagotable esfuerzo por querer hacer de mí una persona mejor.

A mis tíos, primos y demás familiares, porque sin ellos no podría haber cumplido este logro tan importante para mí.

AGRADECIMIENTO

Durante mi formación profesional, personal y elaboración de la presente investigación, diversas personas colaboraron directa e indirectamente, a quienes deseo expresar mi más profundo reconocimiento:

- A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables que se esforzaron por entregarme sus conocimientos y experiencias.
- Al Ing. Raúl Araujo Torres, quien me ofreció su invaluable asesoramiento en la presente investigación. Gracias por su paciencia, empeño y confianza.
- Al Ing. Raúl A. Vargas Navarro, por su colaboración durante la investigación.
- A los jurados de tesis Ing. M. Sc. Casiano Aguirre Escalante, Ing. M. Sc. Luis A. Valdivia Espinoza e Ing. Warren Ríos García.
- A la familia Saldaña Armas, en especial a la Sra. Loidi Marita, al Sr. Wilberth, a Tatiana, Nadia y Junior, por darme su apoyo invaluable estos últimos años que estamos juntos.
- A las familias Vargas Navarro y Saldaña Armas, por atreverse confiar en mi. Sin ellos este sueño no hubiera concretado. Sencillamente son la base de mi vida profesional y realmente toda la vida les estaré agradecido.
- Finalmente, a todas las personas que cruzaron en este camino y que me dieron palabras de aliento y apoyo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades de <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Bentham)	
Hooker f. ex Schumann.....	3
2.1.1. Taxonomía de la especie.....	3
2.1.2. Descripción botánica y morfológica.....	4
2.1.3. Distribución geográfica.....	4
2.1.4. Ecología de la especie.....	5
2.1.5. Silvicultura de la especie.....	5
2.2. Factores que intervienen en el crecimiento.....	7
2.2.1. Agua.....	8
2.2.2. Temperatura.....	8
2.2.3. Luz.....	9
2.2.4. Nutrientes.....	9
2.3. Abonos orgánicos.....	11

2.3.1. Influencia de materia orgánica en las propiedades del suelo	12
2.4. Relación carbono – nitrógeno	13
2.5. Propiedades físicas de los sustratos	14
2.6. Propiedades químicas de los sustratos	15
2.7. Propiedades biológicas de los sustratos	16
2.8. Importancia de la materia orgánica en el suelo	16
2.9. Fertilidad y nutrientes en el suelo	16
2.9.1. Aportes biológicos de la materia orgánica	20
2.10. Características del humus de lombriz	22
2.11. Características de la gallinaza	24
2.12. Antecedentes sobre plantas y plantaciones	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1. Lugar de ejecución	33
3.2. Materiales y equipos	34
3.2.1. Materiales	34
3.2.2. Herramientas	34
3.2.3. Equipos	35

3.3. Metodología	35
3.3.1. Instalación del experimento	35
3.3.2. Preparación de los tratamientos	35
3.3.3. Diseño estadístico	36
3.3.4. Repique de plantas.....	37
3.3.5. Labores culturales	37
3.3.6. Evaluación de características	38
3.3.7. Análisis estadístico	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1. Efecto de diferentes sustratos sobre la altura en plantones de capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Bentham) Hooker f. ex Schumann).....	41
4.2. Efecto de diferentes sustratos sobre el incremento del diámetro en plantones de capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Bentham) Hooker f. ex Schumann)	47
4.3. Efecto de los sustratos en la biomasa de los plantones de capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Bentham) Hooker f. ex Schumann).....	53
V. CONCLUSIONES.....	58
VI. RECOMENDACIONES.....	59

VII. ABSTRACT	60
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
IX. ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Composición química aproximada de abonos orgánicos.	13
2. Niveles de pH en el suelo.....	17
3. Niveles de carbonato de calcio.....	18
4. Niveles de contenido de materia orgánica.	18
5. Niveles de capacidad de intercambio catiónico para un pH mayor de 5.5.	19
6. Niveles de contenido de nitrógeno.	19
7. Niveles de contenido de carbonato de fósforo.	20
8. Niveles de contenido de potasio.....	20
9. Composición química del humus de lombriz.	23
10. Composición química de la gallinaza.	24
11. Incremento de altura total promedio en plantas de capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Bentham) Hooker f. ex Schumann) bajo diferentes sustratos.	42
12. ANVA para el incremento en la altura total promedio en plantas de capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Bentham) Hooker f. ex Schumann) durante 45 días.	43

13. Prueba Duncan ($\alpha : 0.05$) para los incrementos de altura promedio en plantas de capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Bentham) Hooker f. ex Schumann) durante 45 días.	45
14. Incremento en diámetro del tallo en plantas de capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Bentham) Hooker f. ex Schumann) bajo diferentes sustratos.	48
15. Análisis de varianza para el diámetro en plantas de capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Bentham) Hooker f. ex Schumann) durante 45 días.	49
16. Prueba Duncan ($\alpha : 0.05$) para el diámetro del tallo en plantas de capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Bentham) Hooker f. ex Schumann) durante 45 días.	50
17. Análisis de varianza para la biomasa acumulada en plantas de capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Bentham) Hooker f. ex Schumann) durante 45 días.	54
18. Prueba Duncan ($\alpha: 0.05$) para la biomasa acumulada en plantas de capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Bentham) Hooker f. ex Schumann) durante 45 días.	54
19. Valores promedios de medición durante el periodo de investigación.....	72
20. Datos de peso húmedo en las muestras de plantas de capirona.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Cantidad de precipitación durante los meses de evaluación de la investigación.....	34
2. Croquis del experimento (distribución de los tratamientos).....	36
3. Bolsa de sustrato con plantas repicadas.....	37
4. Medición de la altura total de plantas de capirona.	38
5. Plantas de capirona a 45 días de edad (izquierda) y planta utilizada para determinar su biomasa (derecha).	39
6. Incremento en la altura total de capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Bentham) Hooker f. ex Schumann) bajo diferentes sustratos en fase de vivero.....	42
7. Incrementos para el diámetro del tallo en capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Bentham) Hooker f. ex Schumann) bajo diferentes sustratos en fase de vivero.....	49
8. Ganancia de biomasa en plantas de capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Bentham) Hooker f. ex Schumann) durante 45 días en fase de vivero.	53
9. Plántulas de capirona después de repicadas.....	75
10. Altura total en plantas comparadas con el tratamiento testigo.	75

11. Registro de pesos para determinar biomasa.....	76
12. Proceso de secado en estufa a 60 °C.....	76
13. Ubicación del lugar de experimento.....	77

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el efecto de los diferentes sustratos en la producción de plantones de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann) en fase de vivero, se realizó la investigación entre los meses de junio a noviembre de 2011, en el Vivero Forestal UNAS, ubicado en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, región Huánuco, Perú. Los tratamientos fueron: 100% de tierra agrícola (T₀), 90% de tierra agrícola y 10% de gallinaza (T₁), 80% de tierra agrícola y 20% de gallinaza (T₂), 70% de tierra agrícola y 30% de gallinaza (T₃), 90% de tierra agrícola y 10% de humus de lombriz (T₄), 80% de tierra agrícola y 20% de humus de lombriz (T₅) y 70% de tierra agrícola y 30% de humus de lombriz (T₆). Se evaluó el incremento de la altura total de la planta, diámetro del tallo y biomasa acumulada. Se aplicó mediante el Diseño Completamente al Azar (DCA), con 07 tratamientos y 24 repeticiones, se realizó el ANVA y la prueba Duncan (α : 0.05) a cada variable evaluado.

La aplicación del humus de lombriz en dosis de sustrato del 10%, 20% y 30% alcanzó mayor incremento en la altura total de la planta, con promedios de 40.15 cm, 39.23 cm y 35.09 cm respectivamente; el mayor incremento del diámetro, alcanzó el sustrato con 30% de gallinaza, con 0.22 cm a los 45 días después del repique y la biomasa de 9.85 g (T₅), 9.75 g (T₆) y 5.15 g (T₄), representando estadísticamente una alta significancia en los tres variables evaluados.

I. INTRODUCCIÓN

Hasta hace poco tiempo se consideraba que el sustrato no ejercía sobre la calidad del plantón una influencia destacable, y la producción se limitaba en obtener plantones de baja calidad, a un elevado costo de producción y con edad prolongada en los diferentes viveros de la zona. Estas limitantes se vio favorecida por la mala formulación de los sustratos antes de realizar el embolsado y los plantones no alcanzaban un vigor favorable.

La reforestación requiere plantas de calidad con lo que garantiza el incremento de la supervivencia y el desarrollo en el campo. Una prueba para verificar la calidad de la planta producida en vivero es su rápida ganancia de diámetro y altura total en campo, la cual depende, básicamente, de los atributos genéticos y de los adquiridos a través del manejo en el vivero (DURYEA, 1985).

En tal sentido, el sustrato en el que la planta desarrollará sus primeros estadios de vida es un elemento tecnológico fundamental para la obtención de plantas de calidad (VALENZUELA y GALLARDO, 2008). La calidad del sustrato presenta una elevada importancia en la producción de plantones (GARCÍA *et al.*, 2005) y debe de ser suficientemente poroso como para proporcionar un cambio eficiente de oxígeno y dióxido de carbono

(RUANO, 2003), respecto a esto surgen interrogantes como ¿Tendrá efectos favorables la utilización de sustratos a base de humus de lombriz y gallinaza sobre el crecimiento en los plantones de capirona durante la fase de vivero?, aceptándose la hipótesis alternante de que los sustratos a base de humus de lombriz y gallinaza favorecieron significativamente sobre el crecimiento de la capirona en la fase de vivero.

Con la presente investigación se determinó resultados óptimos o la dosis más apropiada para el crecimiento de la capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann), en fase de vivero utilizando sustratos a base de humus de lombriz y gallinaza. Frente a este contexto, se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de diferentes tipos de sustrato en el incremento de la altura en plantas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann).
- Evaluar el efecto de diferentes tipos de sustrato en el incremento de diámetro del tallo en plantas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann).
- Comprobar el efecto de diferentes tipos de sustrato en la biomasa acumulada de plantas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hooker f. ex Schumann

2.1.1. Taxonomía de la especie

Cronquist (1984), citado por MOSTACERO *et al.* (2002), clasifica a la especie de la siguiente manera:

División : MAGNOLIOPHYTA

Clase : MAGNOLIOPSIDA (Dicotiledónea)

Sub-Clase : Asteridae

Orden : Rubiales

Familia : RUBIACEAE

Género : *Calycophyllum*

Especie : *spruceanum*

N. Científico : *Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook F. Ex.
Schuman

N. Vulgar : capirona

2.1.2. Descripción botánica y morfológica

Árbol de hasta 35 m de altura y 80 cm de diámetro, con fuste recto y cilíndrico. La corteza externa es de color verde petróleo, con ritidoma coriáceo de color rojizo que se desprende anualmente dejando al descubierto la corteza brillante. Hojas simples, opuestas, pecioladas con estípulas terminales. Las flores pequeñas, blancas, aromáticas, bisexuales, agrupadas en inflorescencias terminales. Los frutos son capsulas más o menos cilíndricas. Las semillas son pequeñas, comprimidas con alas en los extremos (FLORES, 2002). Presentan un tipo de raíz pivotante y raíces modificadas superficiales, redondas conspicuas a tablares pobremente desarrolladas. Frutos de tipo capsular cilíndrico con valvas dehiscentes, de forma estrechamente elíptica a oblonga, de 0.8 - 1.3 cm de largo. Las semillas de 2.3 mm de largo (sin alas), 4 - 8 mm de largo (con alas) (PALOMINO y BARRA, 2003).

2.1.3. Distribución geográfica

Su área de distribución natural es toda la cuenca amazónica en Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. Es una planta caducifolia, heliófita e higrófito (requiere abundante agua). Está especialmente difundida en las orillas de los grandes ríos amazónicos donde forma agrupaciones casi homogéneas (capironales). Estos bosques aluviales están sujetos a inundaciones frecuentes y poseen un dosel compuesto de grandes y antiguos capironas (*Calycophyllum spruceanum*), lupuna (*Ceiba pentandra*) y lagarto caspi (*Calophyllum brasiliense*) y un sotobosque abierto de heliconia (Heliconiaceae) y calathea (Marantaceae). Prefiere los suelos con alta fertilidad (FLORES, 2002).

También es común encontrar en bosques secundarios, en tipos de bosques colina baja y media. Frecuente en tipos de suelos aluviales inundables y no inundables, y en suelos de tipo cambisol (PALOMINO y BARRA, 2003).

2.1.4. Ecología de la especie

Es una especie heliófita durable de crecimiento rápido, precisa de luminosidad en claros pequeños o sitios abiertos para germinar, crecer y alcanzar estratos superiores de bosque. En sucesiones secundarias pueden abundar en poblaciones homogéneas, como árboles adultos son dominantes o codominantes en el estrato superior y medio del bosque. Tiene el potencial para dispersar semillas a distancias largas por el viento y el agua; la distancia real de dispersión está en función a la viabilidad de la semilla, corrientes aéreas, velocidad de viento y flujo de agua en el río. Presente en suelos de textura media y franca, soporta tipos de suelos ácidos (fuertemente ácidos a ligeramente ácidos), además es una especie tolerante a suelos hidromórficos y degradados, con bajas tasas de crecimiento y regular sobrevivencia (PALOMINO y BARRA, 2003).

2.1.5. Silvicultura de la especie

2.1.1.1. Semilla

Presenta semillas pequeñas, comprimidas con alas laterales; entre 10 – 30 semillas por fruto. El embrión se encuentra bien desarrollado con cotiledones foliáceos. Cada kilogramo contiene entre 3 y 6 millones de semillas.

EL tiempo de conservación de la semilla al medio ambiente es de 6 meses y en refrigeración no más de 1 año (Sotelo *et al.*, 2000; citado por PALOMINO y BARRA, 2003).

2.1.1.2. Germinación

Según Díaz (2001), citado por PALOMINO y BARRA (2003), el porcentaje de germinación de semillas frescas en condiciones de vivero es de 87%; de igual manera REYNEL *et al.* (2003), indica que el poder germinativo es de 80-90% con semillas frescas, además menciona que la germinación se inicia a los 3-5 días de la siembra, mientras que FLORES (2002) indica que la germinación ocurre entre 15 a 40 días después del almacigado y que no requiere tratamiento pre germinativo.

Díaz (2001), citado por PALOMINO y BARRA (2003) realizó la propagación por semilla directamente a campo definitivo y determinó que la germinación con un 46.67% en suelo mineral con una cobertura de plantación de arroz y 37.17% en suelo mineral sin ningún tipo de cobertura.

2.1.1.3. Crecimiento

FLORES (1994) evaluó el incremento de altura, encontrando un promedio 0.10 m en dos meses de plantación, considerándose un incremento rápido comparativo con otras especies maderables como el tornillo y la caoba, estimando que al año tendrá un incremento promedio de altura de 0.60 m y en 5 años aproximadamente 3 m.

La capirona a los 12 meses de plantada presenta una altura total de 4.50 m y a los 24 meses, 7 m siendo su D.A.P. de 4.20 cm y 7.70 cm respectivamente (COUTURIER y GONZALES, 1994).

Un estudio efectuado para esta especie con semillas de diferentes procedencias en la amazonia peruana reporta crecimientos en altura de 1.4 – 1.6 m a los 6 meses y 3.5 – 4.7 m al año de edad (Sotelo *et al.*, 2000; citado por REYNEL *et al.*, 2003).

2.2. Factores que intervienen en el crecimiento

El crecimiento vegetal, así como el desarrollo, el aumento de biomasa y la productividad dependen, en último lugar, de la capacidad del metabolismo y la fisiología vegetal para adaptarse y aclimatarse a las condiciones ambientales en cambio constante.

Las condiciones ambientales son percibidas por los distintos órganos de la planta, y esta información se transmite internamente mediante la modulación de la síntesis de señales, fundamentalmente hormonas, que activan las respuestas de desarrollo y crecimiento vegetativo (Talón *et al.*, 1991; Zeevart *et al.*, 1993; citados por MONTELIU, 2010). Las respuestas de la planta dependen del genotipo y del estado de desarrollo de la misma en el momento del estrés, de la duración y la severidad del mismo y de los factores ambientales que lo provoquen. Una vez activadas estas respuestas, el crecimiento propiamente dicho, se verá limitado por el aporte de nutrientes, elementos minerales y carbohidratos (Gillps *et al.*, 1993; citados por

MONTELIU, 2010). La planta es capaz de, si las condiciones ambientales se vuelven favorables, reprimir las respuestas de crecimiento (incluso después de haberse iniciado el periodo de desarrollo) y desencadenar mecanismos de protección y defensa que abortan el desarrollo y aseguran la supervivencia de la planta bajo condiciones ambientales adversas (MONTELIU, 2010).

2.2.1. Agua

El agua es vital para el crecimiento y desarrollo de las plantas, en el vivero es importante contar con agua de buena calidad y suficiente para el requerimiento de los diferentes vegetales. El agua se debe proporcionar a las plantas según su necesidad, debemos saber determinar estas necesidades y evitar excesos. Las plantas cuando más chicas, más delicadas resultan a los déficit y excesos. La calidad del agua es muy importante: Se debe evitar aguas saladas, sucias o contaminadas.

El momento de regar es también importante, en lo que respecta al medio ambiente, y horas de riego. Siempre se debe evitar hacerlo en horas de mucha radiación solar a altas temperaturas. El agua se calentara y provocara efectos nocivos a las plantas, ejemplo quemaduras de raíces, hojas que pueden provocar la muerte (DEA, 2009).

2.2.2. Temperatura

Cada especie o ecotipo presenta una curva de actividad biológica en función de la temperatura, es importante no sólo la temperatura media, sino

también rango de variación y temperaturas extremas. A temperaturas elevadas, mayor evapotranspiración y menor disponibilidad de agua, además el sobrecalentamiento acarrea daños en citoplasma y desfavorece la fotosíntesis. Temperaturas excesivamente bajas pueden originar efectos estimulantes sobre las plantas, tales como evitar el rebrote temprano.

2.2.3. Luz

Influye sobre el desarrollo y/o crecimiento: con intensidad insuficiente se producen ahilamientos, cambios en forma de limbos foliares, dimorfismo foliar e influye sobre la fotosíntesis (ALCARAZ, 2001).

Para explorar el efecto de la luz en el crecimiento durante los estadios iniciales de *Dipteryx micrantha* Harms se hicieron experimentos de transplante a lugares con diferentes niveles de luz. A niveles más altos de luz, como los individuos en plantaciones mixtas o puras, estos crecen comparativamente mucho más que aquellos que crecen en claros. Se observa que la influencia de la luz en el crecimiento depende del nivel de ésta, así existe una relación entre luz y crecimiento. Sin embargo no hay relación en niveles de luz tan bajos como en el sotobosque o en ambientes de mucha luz como en las plantaciones puras (ROMO, 2005).

2.2.4. Nutrientes

Las plantas necesitan para su crecimiento y desarrollo contar con diversos nutrientes del suelo. La tierra que se usa para llenar los envases y

almácigos tiene que cumplir varias funciones: dejar entrar y retener el agua; ser rica en nutrientes; blanda para que la raíz pueda crecer y no desarmarse cuando se saque el envase. Se considera que un suelo o sustrato es fértil cuando se cumplen las condiciones de dotación y abastecimiento para ese mismo suelo.

- Dotación: se refiere al contenido de nutrientes que posee originalmente un suelo o sustrato. Se determina por análisis de laboratorio que son interpretados por profesionales.
- Abastecimiento: son aquellas condiciones de suelo o sustrato que permiten que un determinado nutriente se encuentre disponible para la planta. También se determina por métodos de laboratorio.

Los nutrientes pueden ser proporcionados por enmiendas orgánicas o inorgánicas. En las producciones orgánicas se recomienda el uso de abonos de origen animal y vegetal, estos son en general, los abonos, las tierras mejoradas (lombriz fértil y otras) (DEA, 2009).

SANCHO (2001) menciona que la extracción de nutrientes depende de diferentes factores tanto internos como externos, los más sobresalientes son:

- Factores internos como el potencial genético de la planta, edad de la planta, o estado de desarrollo de la misma.
- Factores externos, aquellos relacionados con el ambiente donde se desarrolla la planta como la temperatura, humedad, brillo solar, etc.

2.3. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son de gran importancia para los cultivos ya que mejoran las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo, su capacidad de absorber el oxígeno y el balance de humedad. El uso de abonos orgánicos es limitado en muchos casos por la falta de información en las instituciones, quienes pagan altos costos por los fertilizantes sintéticos. Los abonos orgánicos son una alternativa económica y viable para terminar paulatinamente con la dependencia de los abonos sintéticos.

El empleo de los abonos orgánicos data de tiempos remotos, utilizaron todas las civilizaciones del mundo, brindando buenos resultados, lo que permite la producción de alimentos en cantidades suficientes; presentan entre otras cuestiones.

Según GANDARILLA (1988), un alto contenido de sustancias orgánicas que cuando se aplican al suelo van a influir directamente sobre el contenido y calidad de la materia orgánica de éste, existiendo una correlación positiva entre el abonado y la materia orgánica del suelo (GUERRERO, 1993).

ALONSO *et al.* (1996), mencionan que el factor principal que determina la fertilidad del mismo es precisamente su presencia, que diferencia al suelo de su roca formadora. Los efectos que provocan los abonos orgánicos en el suelo han sido estudiados por EMMUS (1991), KALMAS y VÁZQUEZ (1996) y SENDRA (1996), quienes señalan que la materia orgánica influye sobre las principales propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, como

son la disponibilidad de nutrientes, la conductividad eléctrica, el pH, la capacidad de intercambio aniónico y catiónico, actúa como un amortiguador, regulando la disponibilidad de nutrientes según las necesidades de la planta; aumenta la capacidad de almacenamiento de agua, regula la aireación del suelo y aumenta la actividad biótica y la capacidad de resistencia a factores ambientales negativos como arrastres y erosión.

2.3.1. Influencia de materia orgánica en las propiedades del suelo

2.3.1.1. Propiedades físicas

Influye mejorando de la formación de agregados (afloja a los suelos arcillosos), dando una mayor permeabilidad (aire y agua), de acuerdo a su grado de descomposición, la materia orgánica fresca o parcialmente descompuesta, presenta color pardo, mientras que la materia orgánica descompuesta o humus presenta color oscuro, absorben más calor, favoreciendo la germinación y el crecimiento de las plantas y mejora la capacidad retentiva de la humedad del suelo, debido a que la materia orgánica, en forma coloidal, admite mayor cantidad de agua.

2.3.1.2. Propiedades químicas

La materia orgánica, en la capacidad del cambio del suelo junto con la arcilla, es parte fundamental del complejo absorbente en disponibilidad de nutrientes, es única fuente del nitrógeno, se presenta en combinación orgánica; ayuda a compensar en los suelos cambios químicos (NOVAK ,1990).

Cuadro 1. Composición química aproximada de abonos orgánicos.

Material	Nitrógeno (% N)	Fósforo (% P ₂ O ₅)	Potasio (% K ₂ O)	Materia SECA (%)	Salinidad (CE dS/m)
Gallinaza	6	5	3	30 - 40	9,2
Humus de lombriz	2	1	0,6	60	3

Fuente: NOVAK (1990).

2.4. Relación carbono – nitrógeno

El contenido de carbono de la materia orgánica del suelo es muy variable, dependiendo estos casos de la profundidad de la capa freática; en las capas profundas es de 40% de carbono y en las superficiales es de 52% de carbono.

El contenido de nitrógeno de la materia orgánica del suelo, es de 5% aproximadamente, esto indica que la proporción de nitrógeno en la materia orgánica transformada en humus, es mayor que en el material vegetal original. Las cantidades de nitrógeno presentes en los suelos, están controladas especialmente por las condiciones climáticas y la vegetación, si la temperatura aumenta, la alta relación C/N disminuye, debido a una mayor actividad microbiana.

La relación carbono / nitrógeno, en la materia orgánica de un suelo cultivado, casi siempre es 8:1; siendo el término medio de 10 a 12:1 , y la relación de carbono / nitrógeno en el material vegetal es variable, alcanzando de 20 a 30:1 para las legumbres, estiércol hasta 90:1, paja de arroz es de

100:1, la relación C/N es una medida del grado de humificación de la materia orgánica incorporada al suelo, en zona de bosques, la relación C/N sube en otoño e invierno y baja durante la primavera y el verano, cuando se produce la desintegración, la relación C/N de los materiales vegetales decrece, pues el carbón va perdiéndose y el nitrógeno se conserva (BAUTISTA, 1980).

2.5. Propiedades físicas de los sustratos

Las propiedades físicas son aquellas que se perciben con los sentidos, como por ejemplo el color, la capacidad de retención de agua, la textura, la densidad aparente, la porosidad. Las propiedades físicas como la textura en muchos de los casos son propias de los sustratos y no pueden ser modificadas, mientras que las propiedades químicas son cambiantes, por este motivo en muchos de los casos los sustratos tienden a ser seleccionados mayormente por las propiedades físicas, ya que el componente químico se le puede suministrar fácilmente mediante la adición de algún tipo de fertilización o solución nutritiva (HINE, 1991).

Uno de los sustratos más utilizados en la mayoría de los viveros es el suelo y dependiendo de sus características puede ser utilizado para preparar mezclas que den origen a nuevos sustratos o a un sustrato mejorado. Cuando el suelo tiene una estructura muy fina, es recomendable que se mezcle con materiales que puedan aumentar la porosidad, para mejorar la entrada de aire y evacuación de excesos de agua, con lo cual se está proporcionando un medio adecuado para el desarrollo radicular (ANSONERA, 1994).

La porosidad es un factor muy importante, ya que con la presencia de poros pequeños hay mayor retención de humedad, mientras que con poros grandes hay mayor evacuación de los excesos de agua. Lo que se pretende es encontrar un equilibrio, ya que una desproporción en la porosidad puede causar la muerte de la planta por exceso de agua dentro del sustrato. Por otro lado, si ocurriera lo contrario, muy poca retención de agua podría estar interrumpiendo la actividad fisiológica natural de la planta (ANSONERA, 1994).

HINE (1991) menciona que una de las formas de mejorar la capacidad de retención de agua de los sustratos es adicionar al sustrato una proporción de materia orgánica.

2.6. Propiedades químicas de los sustratos

A las propiedades químicas de los sustratos se les ha prestado hasta ahora la mayor atención. Estas propiedades influyen en el suministro de nutrientes a través de la capacidad de intercambio catiónico, la cual depende, en gran medida, de la acidez del sustrato. Las características químicas y nutritivas de un sustrato pueden ser modificadas con la adición de fertilizantes y enmiendas (HINE, 1991).

Entre las características químicas importantes de los sustratos se encuentra el contenido de macro y micronutrientes, el pH y la capacidad de intercambio catiónico. Un equilibrio de estos tres factores permite tener un sustrato adecuado para el crecimiento del cultivo (BURÉS, 1997).

2.7. Propiedades biológicas de los sustratos

Las características biológicas de los sustratos han sido muy poco estudiadas hasta el momento. Sin embargo, Hartmann *et al.* (1976), citado por MONTERO (1986), menciona que los sustratos deben poseer, además de buenas características físicas y químicas, características biológicas como la presencia de microorganismos (micorrizas, rhizobium y acetobacter) que ayuden a los procesos de descomposición de compuestos orgánicos.

2.8. Importancia de la materia orgánica en el suelo

La materia orgánica del suelo está compuesta por residuos de plantas, animales y microorganismos que han muerto en ese suelo. La descomposición de estos residuos, especialmente los que contienen lignina, dan origen al humus. El humus es de gran importancia en el suelo porque posee nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y micronutrientes. Además, los ácidos poliurónicos, que son un producto intermedio en la formación del humus, son los responsables de mantener la estructura del suelo.

La adición de materia orgánica puede favorecer el desarrollo radical de las plantas, tanto en forma directa como indirecta. La aplicación de enmienda orgánicas estimula la producción de raíces finas (VEGA *et al.*, 2005).

2.9. Fertilidad y nutrientes en el suelo

Un suelo es fértil si contiene y suministra a las raíces cantidades adecuadas de nutrientes, agua y aire para el cultivo crezca y produzca bien.

Las plantas pueden absorber nutrientes a través de las raíces, los tallos y las hojas. Sin embargo la mayor parte de los nutrientes es captada por las raíces los nutrientes entran a la planta solo en forma de soluciones.

Las plantas absorben los elementos nutritivos en ciertas proporciones, es importante que los nutrientes se mantengan balanceados en el suelo, para la satisfacer las necesidades individuales de los cultivos (GRAETZ, 1997).

Algunas deficiencias de algunos nutrientes en el suelo:

pH: el pH en el suelo tiene una influencia decisiva en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. De hecho, el pH determina la eficiencia con la que las plantas puedan usar los nutrientes.

Cuadro 2. Niveles de pH en el suelo.

Descripción	Rango
Extremadamente ácido	Menor de 4.5
Fuertemente ácido	4.6 – 5.4
Moderadamente ácido	5.5 – 6.5
Neutro	6.6 – 7.3
Moderadamente alcalino	7.4 – 8.5
Fuertemente alcalino	Mayor de 8.5

Fuente: GRAETZ (1997).

Calcio: deformación de las hojas nuevas, puntos de crecimiento débiles. Tallos también delgados, raíces alargadas y enraizadas. Los bordes de las hojas toman una coloración amarilla o rojiza.

Cuadro 3. Niveles de carbonato de calcio.

Nivel	Porcentaje (%)
Bajo	Menor de 1.0
Medio	1.0 – 5.0
Alto	Mayor de 5.0

Fuente: GRAETZ (1997).

Materia orgánica: la influencia del contenido de materia orgánica actúa como granulador en las partículas minerales también suministra energía a los microorganismos del suelo.

Cuadro 4. Niveles de contenido de materia orgánica.

Nivel	Porcentaje (%)
Bajo	Menor de 2
Medio	2.0 – 4.0
Alto	Mayor de 4.0

Fuente: GRAETZ (1997).

CIC: capacidad de intercambio catiónico, son los desequilibrios eléctricos de las partículas del suelo. Para neutralizar las cargas se adsorben iones, que se “pegan” a la superficie de las partículas. Quedan débilmente

retenidos sobre las partículas del suelo y se pueden intercambiar con la solución del suelo.

Cuadro 5. Niveles de capacidad de intercambio catiónico para un pH mayor de 5.5.

Nivel	CIC (meq/100 g) de suelo
Bajo	Menor de 12.0
Medio	12.0 – 20.0
Alto	Mayor de 20.0

Fuente: GRAETZ (1997).

Nitrógeno: Se identifica por un crecimiento enclenque, hojas pequeñas, con muerte de las hojas inferiores, maduración temprana, frutos y semillas pequeñas.

Cuadro 6. Niveles de contenido de nitrógeno.

Nivel	Porcentaje (%)
Bajo	Menor de 0.1
Medio	0.1 – 0.2
Alto	Mayor de 0.2

Fuente: GRAETZ (1997).

Fósforo: deficiencia de fósforo en la planta incluyen el retraso de la madurez, mala calidad de forrajes, frutas, hortalizas y granos así como una reducción de la resistencia de las plantas a las enfermedades.

Cuadro 7. Niveles de contenido de carbonato de fósforo.

Nivel	Fósforo (ppm)
Muy Bajo	Menor de 5.0
Bajo	5.1 – 15
Medio	15.1 – 30
Alto	Mayor de 30

Fuente: GRAETZ (1997).

Potasio: la aparición de pequeñas manchas blancas, amarillas o café rojizas, quemaduras en los bordes y puntas de las hojas, la raíz tiene desarrollo pobre.

Cuadro 8. Niveles de contenido de potasio.

Nivel	K ₂ O/ha (Kg)
Bajo	Menor de 300
Medio	300 – 600
Alto	Mayor de 600

Fuente: GRAETZ (1997).

2.9.1. Aportes biológicos de la materia orgánica

- Favorece la respiración radicular
- Favorece la germinación de semillas
- Favorece la salud de las raíces
- Regula la actividad micro y macrobiológica del suelo
- Se transforma en una de las principales fuentes energéticas para microorganismos heterótrofos
- Modifica e incrementa la actividad enzimática
- Incrementa la actividad de la rizófora
- Mejora la nutrición y la disponibilidad de los minerales para los cultivos
- Favorece la biodegradación de muchas sustancias tóxicas presentes en los suelos
- Aumenta la digestión biológica del suelo
- Favorece la producción de sustancias fitoestimulantes como: El AIA, triptófano, ácidos orgánicos, etc.
- Favorece el incremento de la población microbiana aeróbica, responsable entre otras acciones por la humificación de la materia orgánica, nitrificación, fijación del nitrógeno atmosférico, evolución biológica del azufre y del fósforo
- Potencializa los efectos de la fertilización mineral

- Favorece y actúa directamente sobre los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas, aumentando la permeabilidad de las membranas celulares, elevando la actividad de los fermentos sintetizantes, así como el contenido de la clorofila y la intensidad de la respiración y en general activando de forma equilibrada el metabolismo de los vegetales y paralelamente el de los microorganismos.

2.10. Características del humus de lombriz

El humus de lombriz es conocido con muchos nombres comerciales en el mundo como lombricultura, vermicultura, casting, lombricompost y otros nombres comercial, esto dependiendo de la casa y país que lo produzca (GUERRERO, 1993).

NOVAK (1990) y SAENZ (1987) afirman que el humus de lombriz es el producto final de su digestión y constituye un excelente regenerador orgánico del suelo, mejorando las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Es el producto que resulta de la transformación de la materia orgánica por medio de lombrices, para lo cual se cultivan industrialmente estos anélidos que transforman grandes cantidades de materia orgánica en un relativo corto tiempo.

El humus es 5 veces más rico en nitrógeno asimilable, 11 veces en fosfatos asimilables, 7 veces en potasa asimilable y 3 veces en magnesio que las sustancias orgánicas que degrada el suelo (HUMUVERD, 1988).

Cuadro 9. Composición química del humus de lombriz.

Contenido	Composición
Humedad	30 - 60%
pH	6.8 - 7.2
Nitrógeno	1 - 2.6%
Fósforo	2 - 8%
Potasio	1 - 2.5%
Calcio	2-8%
Magnesio	1 - 2.5%
Materia orgánica	30 - 70%
Carbono orgánico	14 - 30%
Ácidos fúlvicos	2.8 - 5.8%
Ácido húmico - fúlvico	1.5 - 3%
Sodio	0.02%
Cobre	0.05%
Hierro	0.02%
Manganeso	0.006%
Relación C/N	10 - 11%

Fuente: NOVAK (1990).

2.11. Características de la gallinaza

Se denomina gallinaza a la excreta de ave sola o en mezcla con otros materiales (MURILLO, 1996). La gallinaza es uno de los fertilizantes más completos y que mejores nutrientes puede aportar al suelo. Contiene nitrógeno, fósforo, potasio y carbono en importantes cantidades.

La gallinaza es un abono orgánico de excelente calidad. Se compone de eyecciones de las aves de corral y del material usado como cama, que por lo general es la cascarilla de arroz mezclada con cal en pequeña proporción, la cual se coloca en el piso. Es un apreciado fertilizante orgánico, relativamente concentrado y de rápida acción. Lo mismo que el estiércol, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas, pero en mucha mayor cantidad. Este abono orgánico se diferencia de todos los demás estiércoles en que su contenido de nutrientes es más alto, pero al igual que todos los estiércoles de granja, su composición es variable dependiendo de su ordenación, almacenamiento y de la cantidad de camas que se utilicen (HERNÁNDEZ y CRUZ, 1993).

Cuadro 10. Composición química de la gallinaza.

Materiales	Porcentaje (%)						mg/kg			
	N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn
Gallinaza	4,34	1,47	3,20	0,56	2.05	1.65	412	47	338	314

Fuente: HERNÁNDEZ y CRUZ (1993).

Uno de los nutrientes más variables es la proteína cruda, la cual es afectada por la humedad que contenga, ya que las bacterias presentes en el material desdoblan el ácido úrico y lo convierten en amoníaco, el cual se evapora. Otro aspecto importante en la gallinaza es su alto contenido de calcio, que alcanza valores de 6% en promedio; en algunos casos se observan valores del 10 - 12% (HERNÁNDEZ y CRUZ, 1993).

Con la aplicación de gallinaza se contribuye a mejorar los suelos degradados proporcionando una amplia gama de nutrientes, en suelos fértiles la aplicación de estiércol contribuye a mantener la materia orgánica y estimula la actividad micro y meso biológica del suelo. En suelos ácidos contribuye a amortiguar las condiciones químicas del suelo, además tiene un contenido más alto de cal que otros abonos orgánicos (FAO, 2009).

El uso de estos productos generados como parte del proceso productivo de la actividad avícola ha sido regulado en países como Costa Rica, con la finalidad de recomendar el tratamiento previo de los mismos a fin de reducir al mínimo la contaminación del ambiente, la generación de desechos y los riesgos para la salud humana y animal (MINAE, 1986).

2.12. Antecedentes sobre plantas y plantaciones

LAMPRECHT (1990) menciona que dentro de la selección del material de plantación (plantones), normalmente es recomendado utilizar plantas pequeñas, de aproximadamente 15 a 30 cm, ya que éstas son menos

susceptibles al shock de plantación, crecen mejor, son más tolerantes a la sequedad y en general son de más fácil de manejar.

ARTEAGA *et al.* (2003) determinaron la influencia del sustrato y la fertilización sobre el crecimiento de *Pinus durangensis* Martinez, utilizando para ello: suelo de bosque, suelo agrícola y arena de río, combinado cada uno con hojas de encino en las siguientes proporciones: 100:00, 70:30 y 50:50 respectivamente); además se utilizó fertilizantes en tabletas (0 (testigo), 1 y 2 por planta). Los resultados obtenidos demuestran que la fertilización tiene un efecto estadísticamente significativo para el crecimiento en diámetro del hipocótilo de la planta, en el peso seco y en la relación parte aérea/parte radicular. El sustrato tuvo un efecto estadísticamente significativo para todas las variables analizadas.

Quevedo (s/d), citado por IIAP (2003), investigó la influencia del humus de lombricultura en el crecimiento inicial de cedro colorado en plantación a campo abierto y comportamiento al ataque de *Hypshiphylla* sp., utilizando para ello humus de lombriz en dosis de 2 y 4 Kg por planta, con un testigo (suelo) como patrón comparativo. Los resultados obtenidos se sintetizan en: El crecimiento de cedro colorado con dosis de 2 y 4 Kg de humus de lombriz, tuvo un desarrollo significativo en los 365 días que duró el estudio, manifestándose un incremento superior al 400% en los parámetros de altura y diámetro con respecto al testigo; el índice de mortalidad en *Cedrela odorata* se redujo a 10% en los tratamientos con 4 Kg y 2 Kg de humus de lombriz, por efectos del alto vigor de los plantones.

VELA (2005) desarrolló un trabajo de investigación sobre fertilización orgánica con guano de isla, en una plantación asociada de aguaje y capirona, con dosis de 500 g y 1000 g y un testigo como base de comparación, en la cual encontró que las plantas de capirona alcanzaron mayor altura en la dosis de 1000 g, siendo no significativo ninguna dosis en las plantas de aguaje, así mismo se encontró que en las plantas testigos se obtuvo el mayor crecimiento.

PINO (1997) evaluó el efecto de la gallinaza y roca fosfórica en el establecimiento de la uña de gato (*Uncaria tomentosa* (Wild)) en ambientes de suelo degradado y purma. En el suelo degradado, la aplicación de los tratamientos, tuvo efectos estadísticamente significativos superando al testigo casi en todos los caracteres evaluados; mientras que en la purma sólo se superaron numéricamente. El tratamiento combinado de gallinaza y roca fosfórica se mostró superior en su efecto en ambos ambientes.

IGLESIAS (1998) determinó el efecto de 3 niveles de roca fosfórica (3, 6 y 9 t.ha⁻¹) y gallinaza (10, 20 y 30 t.ha⁻¹), en los primeros ocho meses del trasplante al campo definitivo del cultivo de café variedad Catimor. La aplicación de la roca fosfórica en la altura de la planta, rendimiento de materia seca y extracción de N, P y K, ha tenido efectos significativos con 6 y 9 t/ha. La aplicación de gallinaza, si bien incrementó la altura de planta, rendimiento de materia seca y extracción de N, P, K, respecto al testigo, en cambio, entre los niveles estudiados no se encontraron diferencias de significación. En cuanto a Ca y Mg no se halló efecto de los niveles de roca ni gallinaza.

CALLOCONDO (2008) evaluó la influencia de diferentes fuentes de abonamiento y enmiendas durante el establecimiento del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) en un suelo de pastura degradada, encontrando que la aplicación de 2 kg de humus con 120 g de NPK y 50 g de cal alcanzó mayor altura (64.73 cm), diámetro de planta (11.27 mm), número de hojas (16.87) y número de folíolos (184.80).

ALVA (2002) en un trabajo de investigación, encontró que al inicio las plantas de caoba (*Swietenia macrophylla* King.) presentaban 94 cm de altura total, después de un año de evaluación con la aplicación de 2 kg de humus de lombriz, encontró un incremento en altura total de 28 cm.

MENDOZA (1996) con la finalidad de conocer el efecto del humus de lombriz sobre el crecimiento de capirona (*Calycophyllum sprucenum* Benth), aplicó 0, 0.5, 1.0, 2.0 y 4.0 kg de humus al momento de establecer; encontrando que mayores promedios encontró en la aplicación de 2 kg por planta, contribuyendo a alcanzar un crecimiento en altura y diámetro de 105.44 y 1.69 cm respectivamente.

COCACHI (1997) evaluó el efecto de diferentes niveles de humus de lombriz (*Eisenia phoetida* Sav.) en el crecimiento de sangre de grado (*Croton draconoides* Muell. Arg.) en fase de vivero; siendo las dosis de 50%, 33%, 25% y 20% de humus. Encontró un efecto positivo e importante en el crecimiento en altura de la planta (8.15 cm), vigor y precocidad, siendo el tratamiento con 25% de humus que alcanzó mejor comportamiento.

RECAVARREN (2004) realizó el estudio del efecto de diferentes niveles de humus de lombriz en *Uncaria tomentosa* (Willdenow) ex Romer & Schultes D.C. en la fase de vivero. De acuerdo a los parámetros evaluados demuestran que tiene un efecto positivo e importante en el crecimiento, vigor y precocidad, siendo las de mejores comportamientos con 30% de humus para las variables altura (47.8 cm) y número de hojas, con 55% para el diámetro (5.61 mm) y con 50% para el área foliar (498 mm²).

ESPINOZA (1984) determinó que la gallinaza tuvo efectos significativos en el crecimiento y desarrollo del cacao (*Theobroma cacao* L.), siendo en el mayor diámetro radicular, altura total de la planta, mientras que la pulpa de café tuvo efecto significativo en mayor altura de la planta, número de hojas, diámetro de la planta, peso seco y peso fresco, ambos abonos orgánicos influyen en el transplante del cacao.

DIONICIO (2007) cuando utilizó humus de lombriz en una formulación del 10% (T3) y 20% (T4), la evaluación promedio del crecimiento a los 45 días, afirma que sobresalieron los plantones con el T4, alcanzando una altura promedio final de 12.9 cm y un incremento de 8.2 cm, seguido del T3 con una altura promedio final de 10.6 cm e incremento de 5.9 cm.

QUEVEDO (1994) Indica que al utilizar humus de lombriz en plantaciones de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.), favorece el crecimiento en diámetro de la planta. JANAMPA (2008) afirma que, después de emplear humus de lombriz como sustrato en fase de vivero, registró que el T₄

(50% de humus de lombriz) alcanzó 6.78 cm en incremento de la altura total, el T₃ (40% de humus de lombriz) con 6.25 cm, el T₂ (30% de humus de lombriz) con 3.75 cm, el T₁ (20% de humus de lombriz) con 3.81 cm y el T₀ (0% de humus de lombriz) con 3.45 cm durante tres meses de evaluación.

BERRÍOS (2007) en una plantación en campo definitivo, comparó el humus de lombriz, la gallinaza y el estiércol en cinco especies forestales. La aplicación de gallinaza logró incrementos diametrales en las especies shaina (6.11 cm), pucaquiro (5.85 cm), capirona (5.06 cm), paliperro (4.70 cm) y caoba (4.16 cm). Comparado con el efecto del humus de lombriz, que fue estadísticamente significativo, generó un mayor incremento en diámetro para las especies shaina (6.51 cm), pucaquiro (5.93 cm), capirona (5.76 cm) que fueron superiores al efecto de la gallinaza, exceptuándose las especies forestales caoba (3.93 cm) y el paliperro (3.54 cm).

Resultados similares alcanzó QUEVEDO (1991), al afirmar sobre el humus de lombriz aplicado en *Cedrela odorata* L., incrementando el diámetro superior al 100% en los tratamientos A y B con 2 kg y 4 kg respectivamente, mientras que el testigo (suelo del área), obtuvo un incremento de 16% como promedio en este parámetro, y DEL CASTILLO (1993), aplicó humus en *Ceiba pentandra* (L) Gaerth, después de un año logró una altura de 109% registrados en el tratamiento A₂ (4 kg de humus), y un incremento diametral de 174% con respecto al testigo que apenas creció en 22.7% y 53.1% respectivamente.

JARAMILLO (1994) al aplicar humus en capinurí (*Pseudolmedia laevigata* Trécul), indicó que las dosis de humus de lombriz adecuadas al desarrollo de esta especie son de 3 kg y 5 kg mezclados con la tierra del lugar al momento de efectuar la plantación; pero por factores económicos conviene seleccionar la dosis de 3 kg, pues en los análisis estadísticos efectuados, las dosis de 3 kg y 5 kg no presentan diferencias estadísticas significativas.

Por otra parte DURAND (1995), encontró que la dosis de 3 kg y 5 kg de humus de lombriz resultaron ser más adecuadas en el crecimiento inicial de diámetro y altura de las plantas de cumala colorada (*Iryanthera juruensis* Warb), y LOZANO (1996), aplicó humus en *Minquartia guianensis* Aubl (plantación a campo abierto y bajo cobertura) con resultados que indican los mayores incrementos en altura en la plantación a campo abierto con 0.5 kg de humus de lombriz.

ARTEAGA *et al.* (2003) determinaron la influencia del sustrato y la fertilización sobre el crecimiento de *Pinus durangensis* Martinez, demuestran que la fertilización tiene un efecto estadísticamente significativo para el crecimiento en diámetro del tallo de la planta, en el peso seco y en la relación parte aérea/parte radicular.

MELÉNDEZ (1996) al aplicar cuatro dosis de humus de lombriz (0 kg, 1 kg, 2 kg, 3 kg) en el sistema de plantación a campo abierto de *Cedrelinga cateniformis* Duche (tornillo), encontró resultados donde indica diferencia no significativa en el incremento de diámetro y diferencia significativa en el

incremento de altura en la dosis de humus de 2 Kg y 3 kg en comparación a la dosis de 0 kg y 1 kg respectivamente.

Resultado similar alcanzó ALVARADO (2001), en una la plantación de *Schizolobium parahybum* (Pashaco), después de aplicar humus de lombriz a las plantas (A = 0 kg, B = 1 kg, C = 2 kg y D =3 kg), los resultados determinaron que las plantas aplicadas humus, fueron superiores a las plantas que no recibieron la dosis, demostrando con esto la factibilidad de realizar plantaciones forestales de *Schizolobium parahybum* (Pashaco) entre otras especies, con aplicación localizada de humus de lombriz y TRINIDAD (2000) afirma que no en vano, los abonos orgánicos están considerados universales por el hecho que aportan casi todos los nutrimentos que las plantas necesitan para su desarrollo.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

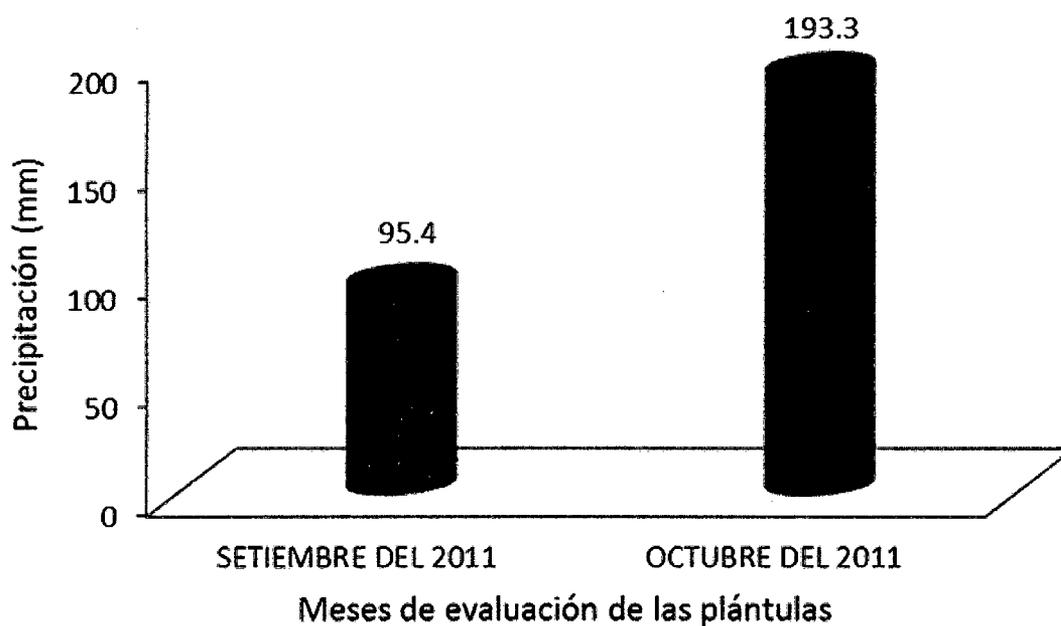
3.1. Lugar de ejecución

El presente estudio se realizó en el vivero forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables - Universidad Nacional Agraria de la Selva; ubicado políticamente en el distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco.

De acuerdo a la clasificación de las zonas de vida y el diagrama bioclimático de Leslie Holdridge, el distrito de Rupa Rupa se encuentra ubicado en la formación vegetal de bosque muy húmedo Pre montano, Sub Tropical (bmh - PST) y de acuerdo a las regiones naturales del Perú, según Javier Pulgar Vidal, se encuentra en la Selva Alta o Rupa Rupa.

Geográficamente se encuentra en la latitud sur $09^{\circ} 09' 00''$ y longitud oeste $75^{\circ} 57' 00''$.

Las condiciones climáticas son de temperatura máxima de 29.4°C , mínima de 19.2°C , y media de 24.3°C . La precipitación promedio mensual fue de 95 mm y 193.3 mm (Figura 1), humedad relativa de 87% y altitud de 660 msnm.



Fuente: estación meteorológica Abelardo Quiñonez (2011).

Figura 1. Cantidad de precipitación durante los meses de evaluación de la investigación.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

Se utilizaron bolsas de polietileno color negro (6 x 10 pulgadas), placas de metal, pinturas de color, etiqueta para la codificación respectiva de bolsas y plantas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hooker f. ex Schumann).

3.2.2. Herramientas

Probeta, carretilla, palas, machete, regadora y zaranda metálica.

3.2.3. Equipos

Balanza analítica (Sartorius BL 2105), vernier digital (Stainless Hardened), estufa (Memmert) y cámara fotográfica digital.

3.3. Metodología

3.3.1. Instalación del experimento

Dentro del Vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. La cama de cría estaba construida a base de concreto y con la cobertura de malla Raschel color rojo con porcentaje de sombra del 50%, que cubre toda la instalación. La dimensión de la cama de cría fue de 1 m de ancho por 10 m de largo.

3.3.2. Preparación de los tratamientos

Los tratamientos fueron preparados en base a porcentajes entre la tierra agrícola, humus de lombriz y la gallinaza. Los tratamientos empleados fueron:

- T₀: tierra agrícola (100%), relación (1 – 0).
- T₁: tierra agrícola (90%) y gallinaza (10%), relación (9 – 1).
- T₂: tierra agrícola (80%) y gallinaza (20%), relación (8 – 2).
- T₃: tierra agrícola (70%) y gallinaza (30%), relación (7 – 3).
- T₄: tierra agrícola (90%) y humus de lombriz (10%), relación (9 – 1).

- T₅: tierra agrícola (80%) y humus de lombriz (20%), relación (8 – 2).
- T₆: tierra agrícola (70%) y humus de lombriz (30%), relación (7 – 3).

3.3.3. Diseño estadístico

El diseño empleado en esta investigación fue un Diseño Completamente al Azar (DCA), con siete (07) tratamientos y un total de 24 repeticiones por tratamiento (Figura 2). Debido a su aleatorización irrestricta, se utilizaron unidades experimentales de lo más homogéneas posibles, para así disminuir la magnitud del error experimental ocasionado por la variación intrínseca de las unidades experimentales.

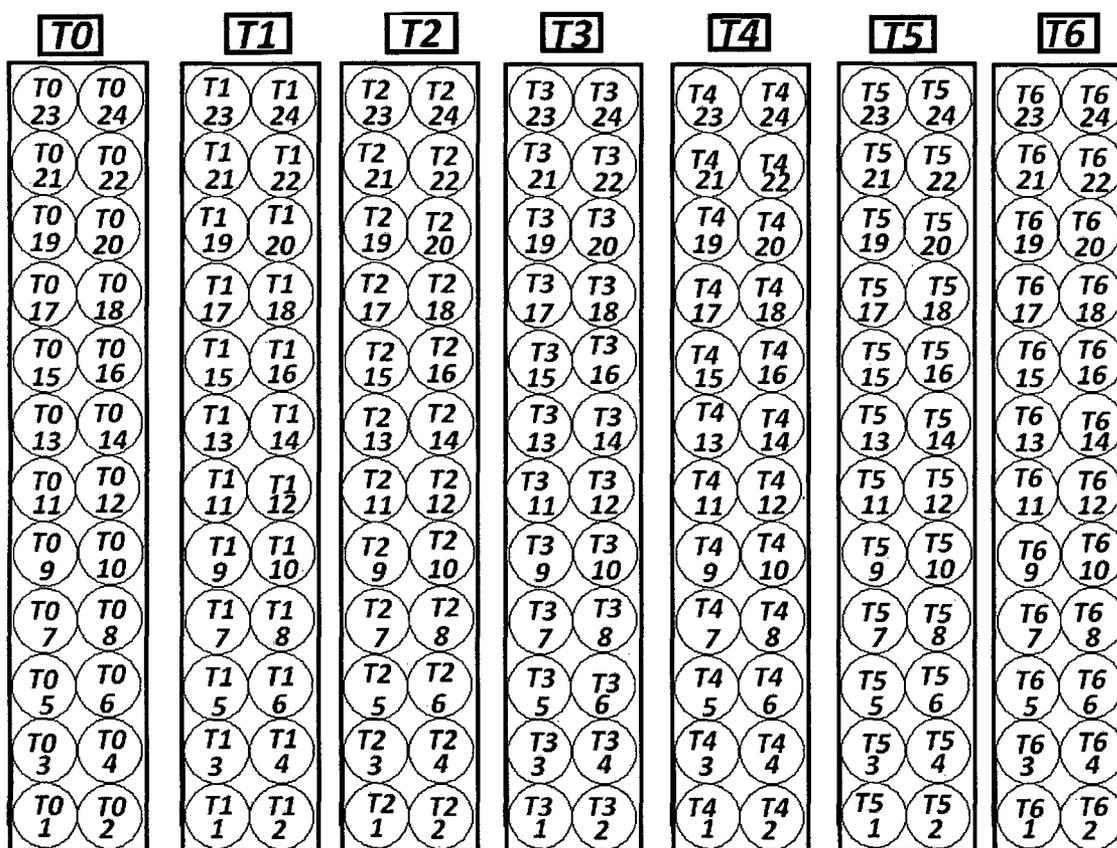


Figura 2. Croquis del experimento (distribución de los tratamientos).

3.3.4. Repique de plantas

Se realizó cuando las plántulas presentaron las dos primeros pares de hojas. Para favorecer al prendimiento de las plántulas en bolsas con sustrato, se realizó en horas de la mañana (Figura 3).

3.3.5. Labores culturales

El riego se realizó generalmente por las tardes (5 p.m.), cuando las temporadas de lluvias no se presentaban por más de dos días. También, se eliminaron malezas presentes alrededor de los plantones y dentro de la cama de cría, a los 20 y 40 días después de realizada el repique.

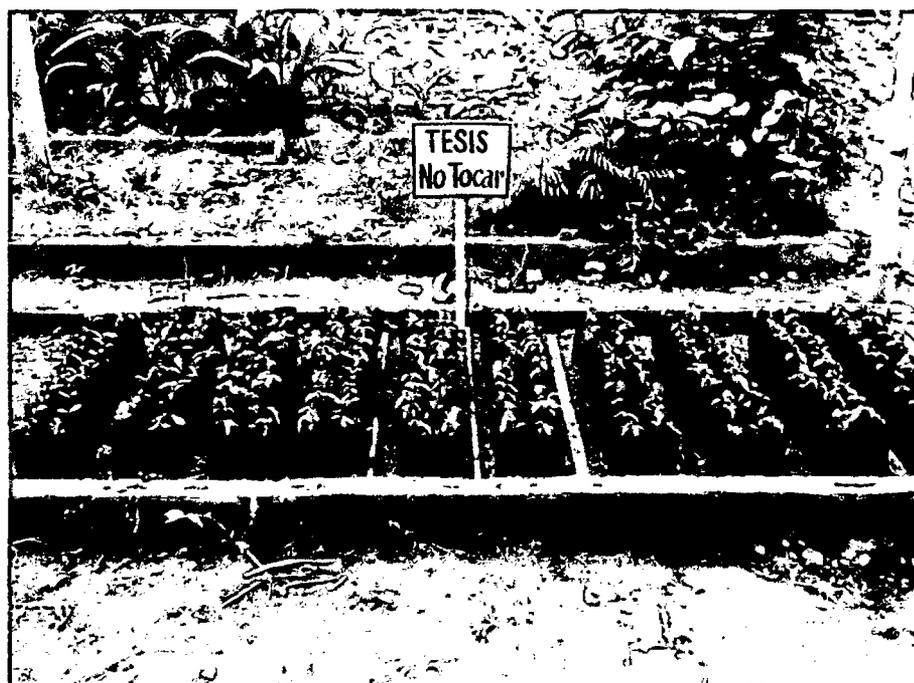


Figura 3. Bolsa de sustrato con plantas repicadas.

3.3.6. Evaluación de características

3.3.6.1. Medición de la altura

La primera evaluación de la altura total, se realizó al día siguiente del repique, para lo cual se empleó una wincha, colocando verticalmente desde el nivel del sustrato hasta el ápice del brote principal de cada plantón (Figura 4); las demás evaluaciones se realizaron en periodos de cada 15 días.



Figura 4. Medición de la altura total de plantas de capirona.

3.3.6.2. Medición del diámetro

La medición del diámetro se realizó cada 15 días, con la ayuda de un vernier digital a 2 cm desde el nivel del sustrato, evaluaciones siguientes fueron a los 15 días, 30 días y 45 días respectivamente.

3.3.6.3. Medición de la biomasa

A los 45 días de haber realizado el repique, se procedió a determinar el peso seco de la parte aérea y radicular de los plantones, para ello se ha tenido que utilizar unidades experimentales (plantas) extraídas con todo el sistema radicular, luego de cortar, se procedió a lavar con agua, para eliminar algún material adherido a la raíz. Una vez limpia la muestra (Figura 5), se colocó en la estufa, a una temperatura de 60 °C durante 24 horas.



Figura 5. Plantas de capirona a 45 días de edad (izquierda) y planta utilizada para determinar su biomasa (derecha).

3.3.7. Análisis estadístico

La base de datos fue manejada en la hoja electrónica Ms Excel 2010, procesada y analizada con SAS versión 9.00. Se realizó el análisis de

varianza (ANVA) sobre las variables evaluadas, estableciéndose el modelo aditivo lineal.

Para determinar las categorías estadísticas en los niveles de cada factor y variable evaluada se sometió a la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$), evaluando así el criterio de comparación o mínima diferencia estadística entre las medias de cada tratamiento.

Los coeficientes de variación fueron analizadas por las escalas determinadas por CALZADA (1996):

Rango del coeficiente de variación	Dispersión
$0 < CV \leq 10$: Excelente homogeneidad
$10 < CV \leq 15$: Muy buena homogeneidad
$15 < CV \leq 20$: Buena homogeneidad
$20 < CV \leq 25$: Regular homogeneidad
$25 < CV \leq 30$: Resultados variables
$CV > 30$: Resultados muy variables

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de diferentes sustratos sobre la altura en plántones de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann)

Los plántones de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann) registraron incremento en altura favorable a excepción del tratamiento testigo (4.05 cm). El crecimiento se mostró en forma ascendente durante los 45 días de evaluación: 4.05 cm para el testigo, seguido de 24.64 cm para el tratamiento uno y un 40.15 cm para el tratamiento seis (Cuadro 11 y Figura 6).

Los incrementos en altura de las plantas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann) registrados, representaron alta significancia estadística, con un coeficiente de variación igual al 13.16% (Cuadro 12), según CALZADA (1996) representa una muy buena homogeneidad de dispersión de los datos.

Los tratamientos que presentaron mayor incremento de altura fueron el tratamiento seis (40.15 cm), seguido del tratamiento cinco (39.23 cm), presentando similaridad estadística (Cuadro 13).

Cuadro 11. Incremento de altura total promedio en plantas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann) bajo diferentes sustratos.

Tratamientos	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)	Incremento (cm)
T0	4.77	6.20	7.51	8.81	4.05
T1	5.76	13.30	21.56	30.40	24.64
T2	6.49	16.12	27.36	37.42	30.93
T3	6.56	16.65	28.49	38.22	31.66
T4	8.64	21.93	34.08	43.73	35.09
T5	8.83	23.81	36.58	48.05	39.23
T6	8.99	24.03	38.22	49.14	40.15

H₁, ... H₄: considerados por periodos de cada 15 días.

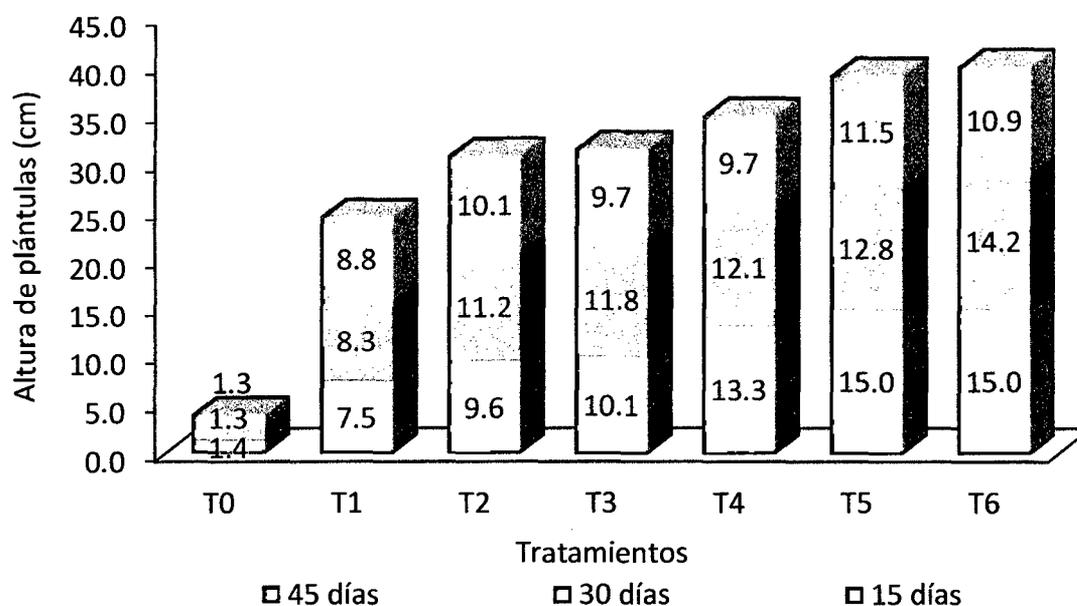


Figura 6. Incremento en la altura total de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann) bajo diferentes sustratos en fase de vivero.

El humus de lombriz en sus tres concentraciones, alcanzó mayor incremento en altura total en las plantas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann), lo cual es debido a la superioridad de los nutrientes respecto a la gallinaza, lo afirma CALLOCONDO (2008) cuando determina la influencia de diferentes fuentes de abonamiento y enmiendas durante el establecimiento del cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) en un suelo de pastura degradada, encontrando que la aplicación de 2 kg de humus de lombriz con 120 g de NPK y 50 g de cal alcanza mayor altura (64.73 cm) y recomienda su uso.

En especies leñosas ALVA (2002), al aplicar 2 kg humus de lombriz en plantas de caoba (*Swietenia macrophylla* King.) se incremento la altura total de la planta en 28 cm durante un mes de evaluación; también MENDOZA (1996) afirma sobre el efecto del humus de lombriz en el crecimiento de capirona (*Calycophyllum sprucenum* Benth), cuando aplicó 0, 0.5, 1.0, 2.0 y 4.0 kg de humus al momento de establecer; encontrando mayores promedios en la aplicación de 2 kg por planta, contribuyendo a alcanzar un crecimiento en altura de 105.44 durante un año de establecido.

Respecto a la gallinaza, PINO (1997) evaluó el efecto de la gallinaza y roca fosfórica en el establecimiento de la uña de gato (*Uncaria tomentosa* (Wild)) en ambientes de suelo degradado y purma, encontrando que la aplicación de los tratamientos, tuvo efectos estadísticamente significativos superando al testigo casi en todos los caracteres evaluados; mientras que en la purma sólo se superaron numéricamente, el tratamiento combinado de

gallinaza y roca fosfórica se mostró superior en su efecto en ambos ambientes, esto se observa en el Cuadro 11 y Figura 6, debido a que las plantas de capirona repicadas en bolsas con concentraciones de gallinaza presentaron valores superiores al testigo, aunque fueron superados por las concentraciones del humus de lombriz.

De igual manera IGLESIAS (1998), determinó el efecto de 3 niveles de roca fosfórica (3, 6 y 9 t.ha⁻¹) y gallinaza (10, 20 y 30 t.ha⁻¹), en los primeros ocho meses del trasplante al campo definitivo del cultivo de café var. Catimor. La aplicación de la roca fosfórica en la altura de la planta ha tenido efectos significativos respecto al testigo, en cambio, entre los niveles estudiados no se encontraron diferencias de significación. En cuanto a la cantidad de Ca y Mg no se halló efecto entre los niveles de roca fosfórica ni los niveles del abono orgánico gallinaza.

Cuadro 12. ANVA para el incremento en la altura total promedio en plantas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann) durante 45 días.

FV	GL	SC	CM	F- valor	SIG
Tratamiento	6	21900.100	3650.017	243.710	<0.0001 **
Error	161	2411.276	14.977		
CV (%)	13.16				
Total	167	24311.376			

** : Altamente significativo.

Cuadro 13. Prueba Duncan ($\alpha : 0.05$) para incremento de altura promedio en plantas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann) a los 45 días.

OM	Tratamiento	Promedio (cm)	Plantas	Agrupamiento
1	T6	40.150	24	a
2	T5	39.225	24	a
3	T4	35.088	24	bc
4	T3	31.658	24	c
5	T2	30.929	24	c
6	T1	24.642	24	d
7	T0	4.050	24	e

Quevedo (s/d), citado por IIAP (2003) alcanza resultados favorables al momento de aplicar humus en el crecimiento inicial de cedro colorado establecido a campo abierto, las dosis aplicadas fue de 2 kg y 4 kg por planta y un testigo (suelo) como patrón comparativo. El crecimiento de cedro colorado con dosis de 2 y 4 Kg de humus de lombriz, ha tenido un incremento significativo en los 365 días que alcanzó el estudio, manifestándose un incremento superior al 400% (140 cm) en los parámetros de altura y diámetro con respecto al testigo; el índice de mortalidad se redujo a 10% en los tratamientos con 4 Kg y 2 Kg de humus de lombriz, por efectos del alto vigor de los plantones. Este antecedente afirma los beneficios que se generan en las plantas como ocurrió en el incremento de altura total en las plantas de capirona

durante 45 días después del repique, mostrando que el tratamiento con 20% y 30% de humus fue superior (40.150 cm y 39.225 cm respectivamente) estadísticamente frente a los demás tratamientos (Cuadro 13).

Similar a estos resultados ha tenido DIONICIO (2007) cuando utilizó humus de lombriz en una formulación del 10% (T3) y 20% (T4), la evaluación promedio del crecimiento inicial y final e incremento a los 45 días, se observa que sobresalieron los plantones con el T4, alcanzando una altura promedio final de 12.9 cm y un incremento de 8.2 cm, seguido del T3 con una altura promedio de final de 10.6 cm e incremento de 5.9 cm, la cual ratifica la ventaja de usar el humus de lombriz como parte elemental del sustrato durante la producción de plantones, con buena calidad y en un menor periodo de tiempo.

También para la especie bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Martius), el humus de lombriz presenta efectos significativos respecto al incremento en altura de estos plantones durante la etapa de vivero, lo refiere JANAMPA (2008), después de aplicar humus de lombriz, registró que el T₄ (50% de humus de lombriz) alcanzó 6.78 cm, el T₃ (40% de humus de lombriz) con 6.25 cm, el T₂ (30% de humus de lombriz) con 3.75 cm, el T₁ (20% de humus de lombriz) con 3.81 cm y el T₀ (0% de humus de lombriz) con 3.45 cm durante los tres meses que ha tenido como periodo la evaluación.

En 45 días las plantas de capirona se encontraron en condiciones de ser instaladas en campo definitivo, ya que alcanzaron alturas entre 30.40 cm y 49.14 cm a excepción del testigo que alcanzó 8.81 cm (Cuadro 11), el cual

indica los beneficios al aplicar los sustratos a base de humus de lombriz para la producción de plántulas en esta especie, y LAMPRECHT (1990) menciona que dentro de la selección del material de plantación, normalmente es recomendado utilizar plantas pequeñas, de aproximadamente 15 a 30 cm, ya que éstas son menos susceptibles al estrés de plantación, crecen mejor, son más tolerantes a la sequedad y en general son de más fácil manejo; la cual con la aplicación del humus de lombriz y gallinaza se lograría en menos de 45 días en la fase de vivero, produciendo plántulas de calidad y reduciendo los costos a incurrir por un periodo más prolongado.

Además NOVAK (1990) y SAENZ (1987), afirman al aplicar humus a los suelos, constituye un excelente regenerador orgánico del suelo, mejorando las características físicas, químicas y biológicas del suelo, las cuales en su conjunto favorecen el crecimiento de plantas, como en este caso las plántulas de capirona que fueron repicadas en sustratos con porcentajes de humus de lombriz, alcanzaron mayores incrementos en la altura total promedio. También Rojas (1987), citado por DIONICIO (2007) menciona que el humus tiene efecto importante al elevar el crecimiento en altura de las plantas.

4.2. Efecto de diferentes sustratos sobre el incremento del diámetro en plántulas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann)

Los diámetros alcanzados en plántulas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann) con 45 días

de edad durante la fase de vivero fluctuaron entre 0.27 cm y 0.60 cm (Cuadro 14 y Figura 7). El coeficiente de variación fue igual a 21.91% (Cuadro 15), representando para CALZADA (1996) regular homogeneidad, la cual depende de muchos factores, tales como: heterogeneidad del suelo, diseño experimental, desuniformidad en los riegos, fallas de plantas; ara nuestro caso los efectos principales fueron la humedad causada por el riego y la iluminación.

Los tratamientos que presentaron mayor incremento diametral alcanzaron dimensiones desde 0.22 cm en el T₃ y 0.21 cm para los T₆, T₅ y T₂, siendo estadísticamente similares estos tres últimos (Cuadro 16).

Cuadro 14. Incremento en diámetro del tallo de plantas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann) bajo diferentes sustratos.

Tratamientos	Ø ₁ (cm)	Ø ₂ (cm)	Ø ₃ (cm)	Ø ₄ (cm)	Incremento (cm)
T0	0.19	0.22	0.24	0.27	0.08
T1	0.25	0.30	0.35	0.42	0.17
T2	0.27	0.34	0.39	0.48	0.21
T3	0.27	0.35	0.40	0.49	0.22
T4	0.34	0.40	0.44	0.52	0.19
T5	0.36	0.42	0.47	0.57	0.21
T6	0.39	0.44	0.49	0.60	0.21

Ø₁, .. Ø₄: considerados por periodos de cada 15 días.

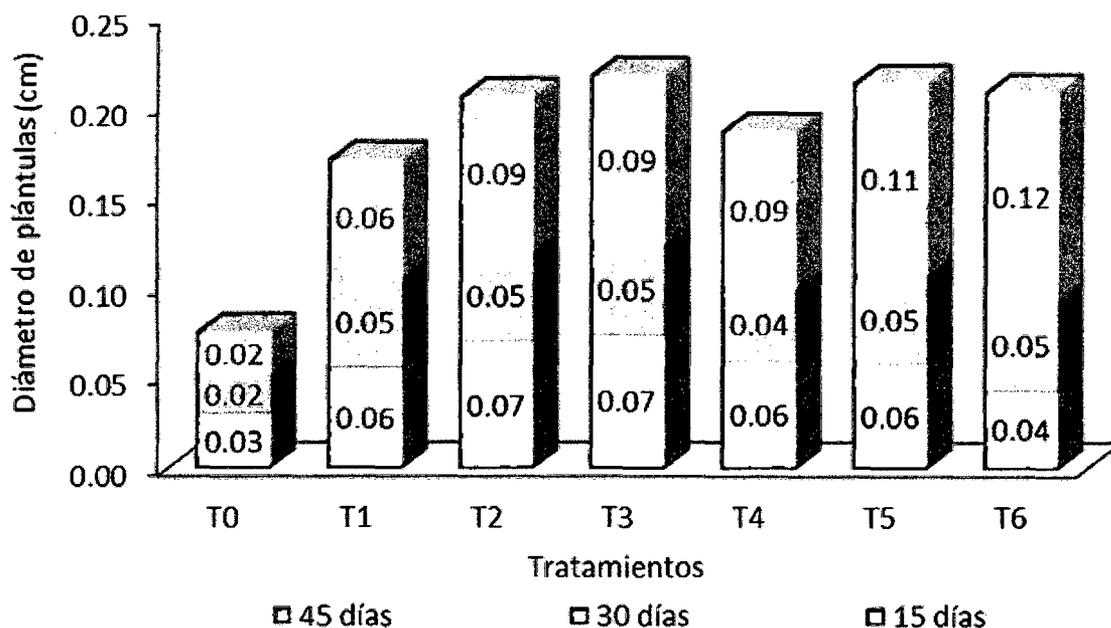


Figura 7. Incrementos para el diámetro del tallo en capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann) bajo diferentes sustratos en fase de vivero.

Cuadro 15. Análisis de varianza para el diámetro en plantas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann) durante 45 días.

FV	GL	SC	CM	F-valor	SIG
Tratamiento	6	0.359	0.060	37.057	0.007 **
Error	161	0.260	0.002		
CV (%)	21.91				
Total	167	0.619			

** : Altamente significativo.

Cuadro 16. Prueba Duncan (α : 0.05) para el diámetro del tallo en plantas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann) durante 45 días.

OM	Tratamiento	Promedio (cm)	Plantas	Agrupamiento
1	T3	0.21875	24	a
2	T5	0.21208	24	ab
3	T6	0.20958	24	ab
4	T2	0.20692	24	ab
5	T4	0.18792	24	bc
6	T1	0.17167	24	c
7	T0	0.07625	24	d

La utilización del sustrato con un 30% de gallinaza generó mayor incremento en los diámetros de las plantas de capirona (0.22 cm), y BERRÍOS (2007) en una plantación en campo definitivo, comparó el humus de lombriz, la gallinaza y el estiércol en cinco especies forestales. La aplicación de gallinaza logró incrementos diametrales en las especies shaina (6.11 cm), pucaquiro (5.85 cm), capirona (5.06 cm), paliperro (4.70 cm) y caoba (4.16 cm). Comparado con el efecto del humus de lombriz, que fue estadísticamente significativo, generó un mayor incremento en diámetro para las especies shaina (6.51 cm), pucaquiro (5.93 cm), capirona (5.76 cm) que fueron superiores al efecto de la gallinaza, exceptuándose las especies forestales caoba (3.93 cm) y el paliperro (3.54 cm).

Resultados similares alcanzó QUEVEDO (1991), al afirmar sobre el humus de lombriz aplicado en *Cedrela odorata* L., incrementa el diámetro superior al 100% en los tratamientos A y B con 2 kg y 4 kg respectivamente, mientras que el testigo (suelo del área), tuvo un incremento de 16% como promedio en este parámetro, mostrando beneficios favorables que presenta este abono orgánico, y DEL CASTILLO (1993), aplicó humus de lombriz en *Ceiba pentandra* (L) Gaerth, después de un año logró una altura de 109% registrados en el tratamiento A₂ (4 kg de humus), y un incremento diametral de 174% con respecto al testigo que apenas creció en 22.7% y 53.1% respectivamente.

En diferentes aplicaciones del humus de lombriz en campo definitivo, se encuentra la ventaja favorable sobre el incremento en sus diferentes características dasométricas, así como JARAMILLO (1994) al aplicar humus en capinurí (*Pseudolmedia laevigata* Trécul), indicó que las dosis de humus de lombriz adecuadas al desarrollo de esta especie son de 3 kg y 5 kg mezclados con la tierra del lugar al momento de efectuar la plantación; pero por factores económicos conviene seleccionar la dosis de 3 kg, pues en los análisis estadísticos efectuados, las dosis de 3 kg y 5 kg no presentan diferencias estadísticas significativas.

Por otra parte DURAND (1995), encontró que la dosis de 3 kg y 5 kg de humus de lombriz resultaron ser más adecuadas en el crecimiento inicial de diámetro y altura de las plantas de cumala colorada (*Iryanthera juruensis* Warb), y LOZANO (1996), aplicó humus en *Minquartia guianensis* Aubl

(plantación a campo abierto y bajo cobertura) con resultados que indican los mayores incrementos en altura en la plantación a campo abierto con 0.5 kg de humus de lombriz.

La FAO (2009) añade que con la aplicación de gallinaza se contribuye a mejorar los suelos degradados proporcionando una amplia gama de nutrientes, en suelos fértiles la aplicación de estiércol contribuye a mantener la materia orgánica y estimula la actividad micro y meso biológica del suelo. En suelos ácidos contribuye a amortiguar las condiciones químicas del suelo, además tiene un contenido más alto de cal que otros abonos orgánicos; estas características favorecieron el incremento diametral de los plantones, a pesar que en la variable altura total, las plantas que se repicaron en sustratos con porcentajes de humus de lombriz fueron mayores, esto pudo ocurrir debido a que los nutrientes en los sustratos hicieron crecer en altura total y las plantas por buscar luz incrementaron más su longitud que su diámetro.

También encontró resultado similar COCACHI (1997) al evaluar el efecto de diferentes niveles de humus de lombriz en el crecimiento de sangre de grado (*Croton draconoides* Muell. Arg.) en vivero; encontró efecto positivo con 25% de humus que alcanzó mejor comportamiento; QUEVEDO (1994) indica que al utilizar humus en plantaciones de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart.), favorece el crecimiento en diámetro de la planta y RECAVARREN (2004) en *Uncaria tomentosa* (Willdenow) ex Romer & Schultes D.C. en la fase de vivero, encontró efecto positivo e importante en el diámetro (5.61 mm) con 55% como parte del sustrato.

4.3. Efecto de los sustratos en la biomasa de los plantones de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann)

La ganancia de biomasa se registró mediante el proceso de secado en estufa a las plantas, encontrando 9.85 gramos en el T₅ y el menor incremento de biomasa se vio reflejada en el tratamiento testigo (T₀) con 0.65 gramos (Figura 8). Estos resultados presentaron una alta significancia estadística con un coeficiente de variación igual al 31.89% (Cuadro 17), siendo para CALZADA (1996), los datos de los resultados muy variables.

Los tratamientos que presentaron mayor ganancia de biomasa fueron el T₅ (9.85 g) y el T₆ (9.75 g), siendo numéricamente diferentes y estadísticamente similares (Cuadro 18).

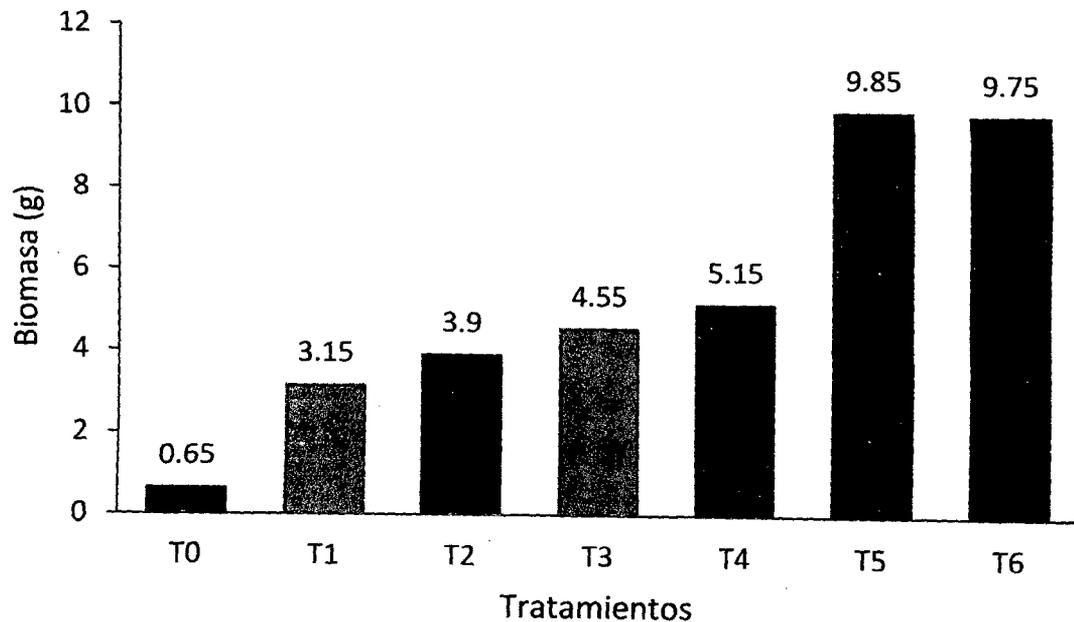


Figura 8. Ganancia de biomasa en plantas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann) durante 45 días en fase de vivero.

Cuadro 17. Análisis de varianza para la biomasa acumulada en plantas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hooker f. ex Schumann) durante 45 días.

FV	GL	SC	CM	F- valor	SIG
Tratamiento	6	138.587	23.098	8.129	0.007 **
Error	7	19.890	2.841		
CV (%)	31.89				
Total	13	158.477			

** : Altamente significativo

Cuadro 18. Prueba Duncan ($\alpha : 0.05$) para la biomasa acumulada en plantas de capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hooker f. ex Schumann) durante 45 días.

OM	Tratamiento	Promedio (g)	Plantas	Agrupamiento
1	T5	9.85	2	a
2	T6	9.75	2	a
3	T4	5.15	2	b
4	T3	4.55	2	bc
5	T2	3.9	2	bc
6	T1	3.15	2	bc
7	T0	0.65	2	c

BERRÍOS (2007) comparó el humus, la gallinaza y el estiércol en cinco especies. Respecto al efecto del humus de lombriz, la shaina alcanzó un

promedio de crecimiento de 6.18 cm, seguido del pucaquiro con 5.77 cm, capirona 5.35 cm, la caoba 4.09 cm y el paliperro 3.54 cm; presentando significancia estadística.

ARTEAGA *et al.* (2003) determinaron la influencia del sustrato y la fertilización sobre el crecimiento de *Pinus durangensis* Martinez, demuestran que la fertilización tiene un efecto estadísticamente significativo para el crecimiento en diámetro del tallo de la planta, en el peso seco y en la relación parte aérea/parte radicular. El presente estudio ha tenido un efecto estadísticamente significativo para todas las variables analizadas; la cual se vio reflejada en las plantas de capirona, donde los tratamientos a base de humus de lombriz (sustrato) alcanzaron niveles de 9.85 g y 9.75 g de biomasa promedio por planta (Cuadro 18) a una edad de 45 días.

Las raíces de las plantas están constituidas por tejidos vivos que necesitan gastar energía para crecer y para los procesos fisiológicos, como es la absorción de nutrientes de las soluciones del medio de cultivo en que se encuentran. La energía para dichas actividades fisiológicas es generada por la respiración aerobia, la cual requiere un suministro continuo de oxígeno. El producto de esta respiración es CO₂ el cual, puede acumularse en niveles tóxicos, si no se dispersa en la atmósfera. Por consiguiente, el sustrato debe de ser suficientemente poroso como para proporcionar un cambio eficiente de oxígeno y dióxido de carbono. Con excepción hecha del carbono, hidrógeno y oxígeno, las plantas deben obtener los 13 nutrientes minerales esenciales de las soluciones del sustrato. Muchos nutrientes minerales, incluyendo la forma

amoniaco del hidrógeno (NH_4^+), potasio (K^+), magnesio (Mg^{2+}) y el calcio existen en la solución del sustrato como cationes cargados eléctricamente (RUANO, 2003), estos nutrientes son abastecidos en mayor parte por el humus de lombriz en el sustrato empleado, presentando mayor efecto en el incremento de las variables (altura total, diámetro de tallo y biomasa) durante la fase de vivero (Cuadro 10).

El humus tiene efecto sobre las propiedades físicas del sustrato, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas y formando el complejo de cambio, favoreciendo la penetración del agua y su retención, favoreciendo el intercambio gaseoso. Uno de los efectos sobre las propiedades químicas, es que aumenta la reserva de nutrientes para la vida vegetal y facilita su absorción a través de la membrana celular de las raicillas (GRAETZ, 1997), la cual favorece el crecimiento de los plantones como ocurrió con la especie capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. ex Schumann).

El incremento de biomasa en las plantas se ve favorable al incrementarse las variables de diámetro y altura, y MELÉNDEZ (1996) al aplicar cuatro dosis de humus de lombriz (0 kg, 1 kg, 2 kg, 3 kg) en el sistema de plantación a campo abierto de *Cedrelinga cateniformis* Duche (tornillo), alcanzó resultados donde indica diferencia no significativa en el incremento de diámetro y diferencia significativa en el incremento de altura en la dosis de humus de 2 Kg y 3 kg en comparación a la dosis de 0 kg y 1 kg respectivamente.

Resultado similar alcanzó ALVARADO (2001), en una la plantación de *Schizolobium parahybum* (Pashaco), aplicó humus de lombriz a las plantas (A = 0 kg, B = 1 kg, C = 2 kg y D =3 kg), los resultados determinaron que las plantas aplicadas humus, fueron superiores a las plantas que no recibieron la dosis, demostrando con esto la factibilidad de realizar plantaciones forestales de *Schizolobium parahybum* (Pashaco) entre otras especies, con aplicación localizada de humus de lombriz y TRINIDAD (2000) afirma que no en vano, los abonos orgánicos están considerados universales por el hecho que aportan casi todos los nutrimentos que las plantas necesitan para su desarrollo.

La gallinaza presentó un comportamiento favorable en las plantas de capirona, así como ESPINOZA (1984) al determinar que la gallinaza tuvo efectos significativos en el crecimiento y desarrollo del cacao (*Theobroma cacao* L.), siendo en el mayor peso seco y peso fresco. Este comportamiento fue superada por las plantas de capirona que recibieron fertilización con concentraciones de humus de lombriz pero no se descarta el efecto favorable para utilizar en esta etapa de vivero.

De igual manera IGLESIAS (1998), determinó el efecto de 3 niveles de roca fosfórica (3, 6 y 9 t.ha⁻¹) y gallinaza (10, 20 y 30 t.ha⁻¹), en los primeros ocho meses del trasplante al campo definitivo del cultivo de café var. Catimor. La aplicación de la roca fosfórica en el rendimiento de materia seca ha tenido efectos significativos. La aplicación de gallinaza, si bien incrementó el rendimiento de materia seca respecto al testigo, en cambio, entre los niveles estudiados no se encontraron diferencias de significación.

V. CONCLUSIONES

1. La aplicación del humus de lombriz a la especie capirona en fase de vivero y en dosis de sustrato del 10%, 20% y 30% alcanzó mayores incrementos en altura total con promedios de 40.15, 39.23 y 35.09 cm respectivamente, seguido de los sustratos a base de gallinaza (31.66, 30.93 24.64 cm) y finalmente el testigo (4.05 cm), siendo estadísticamente significativo estos resultados.
2. El mayor incremento del diámetro en las plantas de capirona, fue en el sustrato empleado 30% de gallinaza con 0.22 cm durante los 45 días después del repique, representando una diferencia estadística significativa frente a los demás tratamientos.
3. En plantas tratadas con humus de lombriz, alcanzó mayores valores de biomasa, con 9.85 g (T₅), 9.75 g (T₆) y 5.15 g (T₄), representando estadísticamente una alta significancia frente a los demás tratamientos.

VI. RECOMENDACIONES

1. En investigaciones similares, se debe realizar el análisis foliar para determinar la absorción de nutrientes por las plantas, la cual nos da una comparación más relevante de los efectos nutricionales del abono orgánico aplicado.
2. Aplicar la dosis de humus de lombriz en contenedores como por ejemplo los tubetes, las cuales se emplean menor sustrato y esto incurre en los costos de producción de plantones.
3. Realizar aplicaciones con las mismas proporciones de sustrato en otras especies forestales de la zona, ya que si se comportan de manera similar, será factible la producción de estos plantones en menor tiempo y de buena calidad.

VII. ABSTRACT

With the purpose of evaluating the effect of the different substrates in the production of seedlings of capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Bentham) Hooker f. former Schumann) in nursery phase, the research was conducted between the months of June to November 2011, in the Forest Nursery, located at the Universidad Nacional Agraria de la Selva, región Huánuco, Perú. The treatments were: 100% of agricultural land (T₀), 90% of agricultural land and 10% of chicken manure (T₁), 80% of agricultural land and 20% of chicken manure (T₂), 70% of agricultural land and 30% of chicken manure (T₃), 90% of agricultural land and 10% of earthworm humus (T₄), 80% of agricultural land and 20% of earthworm humus (T₅) and 70% of agricultural land and 30% of earthworm humus (T₆). We evaluated the increase in the total height of the plant, stem diameter and accumulated biomass. It is implemented through the completely randomized design (CRD), with 07 treatments and 24 repetitions, was ANOVA and the Duncan's test (α : 0.05) to each variable evaluated.

The implementation of the earthworm humus in dose of substrate of 10 %, 20% and 30% reached biggest increase in the total height of the plant, with averages of 40.15 cm, 39.23 cm and 35.09 cm respectively; the biggest increase in the diameter, reached the substrate with 30% of chicken manure, with 0.22 cm at 45 days after the ring tones and the biomass of 9.85 g (T₅), 9.75 g (T₆) and 5.15 g (T₄), representing a statistically high significance in the three variables evaluated.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCARAZ, F. 2001. Temperatura, luz, atmósfera, viento. Universidad de Murcia. España. 15 p.
- ALONSO, R., CAMPANIONI, N., CARRIÓN, M., PEÑA, E. 1996. La materia orgánica y la producción de abonos orgánicos. Seminario – Taller Regional.
- ALVA, W. 2002. Humus de lombriz en el crecimiento de caoba en Tulumayo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 128 p.
- ALVARADO, L.C. 2001. Incremento de altura y diámetro de *Shizolobium parahybum* (pashaco) en el periodo de repoblación utilizando diferentes dosis de humus de lombriz en la comunidad de Nina Rumi Iquitos - Perú. Tesis Ing. Forestal. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- ANSONERA, J. 1994. Sustratos: propiedades y caracterización. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 172 p.
- ARTEAGA, B., LEON, S., AMADOR, C.L. 2003. Efecto de la mezcla de sustratos y la fertilización sobre el crecimiento de *Pinus durangensis* Martínez en vivero. Foresta veracruzana vol. 5. Xalapa, Mexico. 8 p.

- BAUTISTA, F. 1980. Influencia del tamaño de semilla en plántones de cacao (*Theobroma cacao* L.). En Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 100 p.
- BERRÍOS, Á.M. 2007. Evaluación del efecto de tres tipos de abonos orgánicos (humus, gallinaza y estiércol de ovino) en el incremento de diámetro y altura de cinco especies forestales en una plantación establecida. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 72 p.
- BURÉS, S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas S. L. Madrid, España. 342 p.
- CALLOCONDO, H. 2008. Establecimiento de un sistema silvopastoril con cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.) bajo diferentes fuentes de abonos y enmiendas, en suelos de pasturas degradadas del módulo lechero de Aucayacu. Tesis Ing. Zootecnista. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 58 p.
- CALZADA, J. 1996. Métodos estadísticos para la investigación. 5ta Edición. Lima Perú. 640 p.
- COCACHI, G. 1997. Efecto de diferentes niveles de humus de lombriz en el crecimiento de sangre de grado (*Croton dracooides* Muell Arg.), en fase de vivero. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 133 p.

- COUTURIER, G., GONZALES, J. 1994. Insectos & *Calycophyllum spruceanum* en sistema agroforestal. Rev. Vol 37. 97-99 p.
- DEL CASTILLO, S.E. 1993. Evaluación del crecimiento inicial de *Ceiba pentandra* (L) Gaerth. (huimba) en plantación a campo abierto con aplicación de dosis de abono orgánico (humus de lombriz). Tesis Ing. Forestal. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- DIONICIO, J.A. 2007. Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de altura y prendimiento de la especie forestal *Callycophyllum sprucanum* Benth (capirona) utilizando plántulas germinadas en vivero. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 49 p.
- DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN AGRARIA (DEA). 2009. Manual de vivero. 2º año ciclo básico agrario. Buenos aires, Argentina. 174 p.
- DURAND, E. 1995. Evaluación del crecimiento inicial en diámetro y altura de *Iryanthera juruensis* Warb (cumala colorada), plantada a campo abierto con diversas dosis de humus de lombriz en: Iquitos - Perú. Tesis Ing. Forestal. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- DURYEA, J.C. 1985. A fuzzy relative of the isodata process and its use in detecting compact, welseparated clusters. Journal of Cybernetics 3: 22-57.
- EMMUS, P. 1991. Resumen de la conferencia internacional sobre evaluación y monitoreo de la calidad del suelo. Rodal e Institute. 13 p.

- ESPINOZA, J.A. 1984. Efecto de gallinaza – pulpa de café y el nitrógeno en el transplante de cacao a pleno sol. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 101 p.
- FAO. 2009. Uso de la gallinaza (estiércol de aves) como abono orgánico. [En línea]: FAO, (<http://www.fao.org/teca/content/uso-de-la-gallinaza-esti%C3%A9rcol-de-aves-como-abono-org%C3%A1nico>, documento, 19 Nov. 2011).
- FLORES, Y. 1994. Capirona. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Manual técnico. Ucayali, Perú. 2 p.
- FLORES, Y. 2002. Semilla de especies forestales de importancia económica en la región Ucayali. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). Ucayali, Perú. 81 p.
- GANDARILLA, J. 1988. Empleo del estiércol vacuno para mejorar un suelo improductivo de la provincia de Camaguey- Cuba. Tesis enviada a la A.C. Hungría para el grado de Doctor en Ciencias. 10 p.
- GARCÍA, Y., COBAS, M., GARCIA, R., MITCHEL, N.M. 2005. Calidad de las posturas de *Swietenia macrophylla* King. cultivadas en tubetes. Pinar del Río, Cuba. 8 p.
- GRAETZ, A. 1997. Suelos y fertilización. Suelos y agua. Traducido por F. Luna Orozco. 2 ed. México, Trillas. 80 p.

- GUERRERO, J. 1993. Abonos orgánicos. Red de Acción en Agricultura Alternativa - RAAA. Lima, Perú.
- HERNÁNDEZ, J., CRUZ, A. 1993. Boletín informativo sobre el uso de subproductos: Gallinaza. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 5 p.
- HINE, D. 1991. Efecto de tres niveles de fertilización nitrogenada y dos sustratos de crecimiento sobre la nutrición y producción de Maranta Roja (*Maranta leuconeura*). Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. 38 p.
- HUMUVERD. 1988. Un fertilizante revolucionario; Momentos económicos. Costa Rica.
- IGLESIAS, D. 1998. Efecto de la roca fosfórica y gallinaza en el crecimiento del cultivo de café (*Coffea arabica* L.) variedad catimor, en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 59 p.
- IIAP. 2003. Folia amazónica vol. 5. Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana. Iquitos, Perú. 231 p.
- JANAMPA, D.P. 2008. Efecto de cuatro niveles de humus de lombriz en el incremento inicial de altura de *Guazuma crinita* C. Martius (bolaina blanca) en fase de vivero. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 35 p.

- JARAMILLO, V. 1994. Efecto de diferentes dosis de humus de lombriz en el crecimiento inicial de *Pseudolmedia laevigata* Trécul (capinuri) plantado a campo abierto en Iquitos - Perú. Tesis Ing. Forestal. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- KALMAS, E., VÁZQUEZ, D. 1996. Manual de agricultura ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. Donación ACAO. Ed. Enlace. Nicaragua. 28 p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos; Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. Por Antonio Carrillo. Ed. Deutsche Gesellschaft fur Technise Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Cooperación Técnica. Eschborn, República federal de Alemania. 335 p.
- LOZANO, N. 1996. Evaluación del crecimiento inicial de *Minquartia guianensis* Aubl. (huacapú) plantada en diferentes ambientes con diversas dosis de humus de lombriz. Tesis Ing. Forestal. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- MELÉNDEZ, N. 1996. Evaluación del crecimiento de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (tornillo) con diferentes dosis de humus de lombriz a campo abierto en el Centro de Investigación y Enseñanza Forestal Puerto Almendra Iquitos - Perú. Tesis Ing. Forestal. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

- MENDOZA, V.F. 1996. Efecto de cuatro niveles de humus de lombriz, en el crecimiento inicial de capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) en suelos dgradados de Tingo María. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 61 p.
- MINAE. 1986. Reglamento sobre el manejo y control de gallinaza y pollinaza, núm. 29145-MAG-S-MINAE. 10 p.
- MONTELIU, A. 2010. Respuestas fisiológicas de los cítricos sometidos a condiciones de estrés biótico y abiótico. Aspectos comunes y específicos. Tesis doctoral para optar el grado de Doctora ingeniera agrónoma. Universitat Jaume I. Castellón de la Plana, España. 213 p.
- MONTERO, A. 1986. Efecto del sustrato en el crecimiento de plantas de macadamia (*Macadamia integrifolia*) en vivero. Tesis, Ing. Agr. Alajuela, U.C.R. Sede Regional de Occidente. Costa Rica. 46 p.
- MOSTACERO, J., MEJIA, C., GAMARRA, T. 2002. Taxonomía de las fanerógamas útiles del Perú. Vol I. 667 p.
- MURILLO, T. 1996. Manejo de residuos en la industria avícola. In Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales (10:8-12 Julio: 1996: San José), Memoria: Agronomía y Recursos Naturales. Editores Floria Bertsch, Walter Badilla, Jaime García. San José, Costa Rica. 69 p.
- NOVAK, A. 1990. La lombriz de tierra. Curso básico lombricultura ciencia y tecnología. Lima, Perú. 27 p.

- PALOMINO, J., BARRA, M. 2003. Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad. Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza (PRONATURALEZA). Oxapampa, Perú. 108 p.
- PINO, D.R. 1997. Efecto de la gallinaza y roca fosfórica en el crecimiento de uña de gato (*Uncaria tomentosa* (Willdenow ex Roemer & Schultes) De Candolle) bajo dos condiciones de vegetación en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 63 p.
- QUEVEDO, A. 1991. Efecto del humus de lombriz en plantones de *Cedrela odorata*, atacados por *Hypsiphylia* sp. en plantación a campo abierto. Tesis Ing. Forestal. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- QUEVEDO, G. 1994. Crecimiento inicial de *Guazuma crinita* transplantada a campo abierto con aplicación de tres dosis de humus de lombriz y a tres distanciamientos. Folia Amazónica. Vol 6 (1 – 2). Iquitos, Perú. 89.
- RECAVARREN, P. 2004. Efecto de diferentes niveles de humus de lombriz en *Uncaria tomentosa* (Willdenow) ex Roemer & Schultes D.C. en fase de vivero. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 87 p.

- REYNEL, C., PENNINGTON, R.T., PENNINGTON, T.D., FLORES, C., DAZA, A. 2003. Árboles útiles de la amazonía peruana. Un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de especies. 50 p.
- ROMO, M. 2005. Efecto de la luz en el crecimiento de plántulas de *Dipteryx micrantha* Harms "shihuahuaco" transplantadas a sotobosque, claros y plantaciones. Revista Ecología aplicada. Lima, Perú. 8 p.
- RUANO, J.R. 2003. Viveros forestales. Manual de cultivos y proyectos. Madrid, España, Mundi – Prensa. 287 p.
- SAENZ, C. 1987. La lombriz en el mejoramiento de la tierra Gaceta Agrícola. México. 64 p.
- SANCHO, H. 2001. Curvas de absorción de nutrientes: Importancia y uso en los programas de fertilización. Informaciones agronómicas N° 36. Boletín técnico. San José, Costa Rica. 3 p.
- SENDRA, J. 1996. Fertilización del arroz. Horticultura. Agrícola. Vergel. N° 12. 244 p.
- TRINIDAD, A. 2000. Abonos orgánicos. Instituto de Recursos Naturales. Texcoco, México. 8 p.
- VALENZUELA, O., GALLARDO, C. 2008. Características de los sustratos utilizados por los viveros forestales. Entre Ríos, Argentina. Idia XXI: 55.

- VEGA, F., BOVI, A., GODOY, J., BERTON, R. 2005. Lodo de esgoto e sistema radicular la pupunheira. Revista Brasileira de Ciencias. Brasil. 268 p.
- VELA, F. 2005. Efecto de dos tipos de abonos orgánicos en una plantación asociada de *Calycophyllum spruceanum*. Benth. (Capirona) y *Mauritia flexuosa* L.f. (Aguaje) en Tingo María. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- VELA, M. 2004. Evaluación del crecimiento inicial de dos especies forestales plantadas a campo abierto con diferentes dosis de humus de lombriz, en Iquitos - Perú. Tesis Ing. Forestal. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

IX. ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

PROPIETARIO: VARGAS NAVARRO, DANIEL

Cod. Lab	ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O.	N	P	K ₂ O	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%
	Arena	Arcilla	Limo	Textura							Ca	Mg	K	Na	Al	H				
	%	%	%		1:1	%	%	ppm	kg/ha											
M1773	41.46	32.61	25.93	Franco Arcilloso	7.28	1.57	0.07	4.69	193.54	11.55	8.93	2.31	0.12	0.19	0.00	0.00	---	100.00	0.00	0.00
M1774	45.46	26.61	27.93	Franco	7.09	2.51	0.11	8.00	1374.69	15.75	11.66	2.88	0.95	0.26	0.00	0.00	---	100.00	0.00	0.00
M1775	55.46	20.61	23.93	Franco Arcillo Arenoso	6.98	3.45	0.16	11.87	988.93	16.52	12.66	3.08	0.56	0.21	0.00	0.00	---	100.00	0.00	0.00
M1776	53.46	22.61	23.93	Franco Arcillo Arenoso	7.24	2.51	0.11	9.69	2595.61	16.98	11.99	3.19	1.46	0.34	0.00	0.00	---	100.00	0.00	0.00
M1777	57.46	16.61	25.93	Franco Arenoso	7.00	1.25	0.06	6.05	574.00	12.57	9.61	2.51	0.26	0.19	0.00	0.00	---	100.00	0.00	0.00
M1778	47.46	26.61	25.93	Franco Arcillo Arenoso	6.73	1.88	0.08	9.39	392.39	11.27	8.38	2.34	0.21	0.34	0.00	0.00	---	100.00	0.00	0.00
M1779	65.46	14.61	19.93	Franco Arcillo Arenoso	6.75	3.45	0.16	11.42	868.29	16.29	12.29	3.32	0.48	0.20	0.00	0.00	---	100.00	0.00	0.00

Fecha: 16 Diciembre 2011

Recibo Nº: 281044

Muestreado por: El solicitante



Anexo 2. Datos numéricos de campo y gabinete

Cuadro 19. Valores promedios de medición durante el periodo de investigación.

Tratamiento	Variables	0 días	15 días	30 días	45 días
T0	Altura	4.8	6.2	7.5	8.8
	Diámetro	0.2	0.2	0.2	0.3
T1	Altura	5.8	13.3	21.6	30.4
	Diámetro	0.2	0.3	0.4	0.4
T2	Altura	6.5	16.1	27.4	37.4
	Diámetro	0.3	0.3	0.4	0.5
T3	Altura	6.6	16.6	28.5	38.2
	Diámetro	0.3	0.3	0.4	0.5
T4	Altura	8.6	21.9	34.1	43.7
	Diámetro	0.3	0.4	0.4	0.5
T5	Altura	8.8	23.8	36.6	48.1
	Diámetro	0.4	0.4	0.5	0.6
T6	Altura	9.0	24.0	38.2	49.1
	Diámetro	0.4	0.4	0.5	0.6

Cuadro 20. Datos de peso húmedo en las muestras de plantas de capirona.

Tratamiento	Muestra	Papel (g)	Muestra con papel (g)	Muestra (g)
T0	15	4.6	7.5	2.9
	10	4.6	7.2	2.6
T1	18	9.2	32.0	22.8
	3	4.6	11.5	6.9
T2	8	9.2	29.3	20.1
	22	9.2	24.1	14.9
T3	11	9.2	28.6	19.4
	15	9.2	31.6	22.4
T4	5	9.2	34.1	24.9
	10	9.2	32.8	23.6
T5	12	9.2	53.4	44.2
	10	9.2	46.1	36.9
T6	9	9.2	49.7	40.5
	21	9.2	42.2	33.0

Cuadro 21. Datos de peso seco en las muestras de plantas de capirona.

Tratamiento	Muestra	Papel seco al horno (g)	Muestra con papel seco al horno (g)	Muestra seca al horno(g)
T0	15	4.2	4.8	0.6
	10	4.2	4.9	0.7
T1	18	8.6	13.4	4.8
	3	4.2	5.7	1.5
T2	8	8.6	12.8	4.2
	22	8.6	12.2	3.6
T3	11	8.6	12.2	3.6
	15	8.6	14.1	5.5
T4	5	8.6	13.5	4.9
	10	8.6	14.0	5.4
T5	12	8.6	19.5	10.9
	10	8.6	17.4	8.8
T6	9	8.6	20.6	12.0
	21	8.6	16.1	7.5

Anexo 3. Panel fotográfico

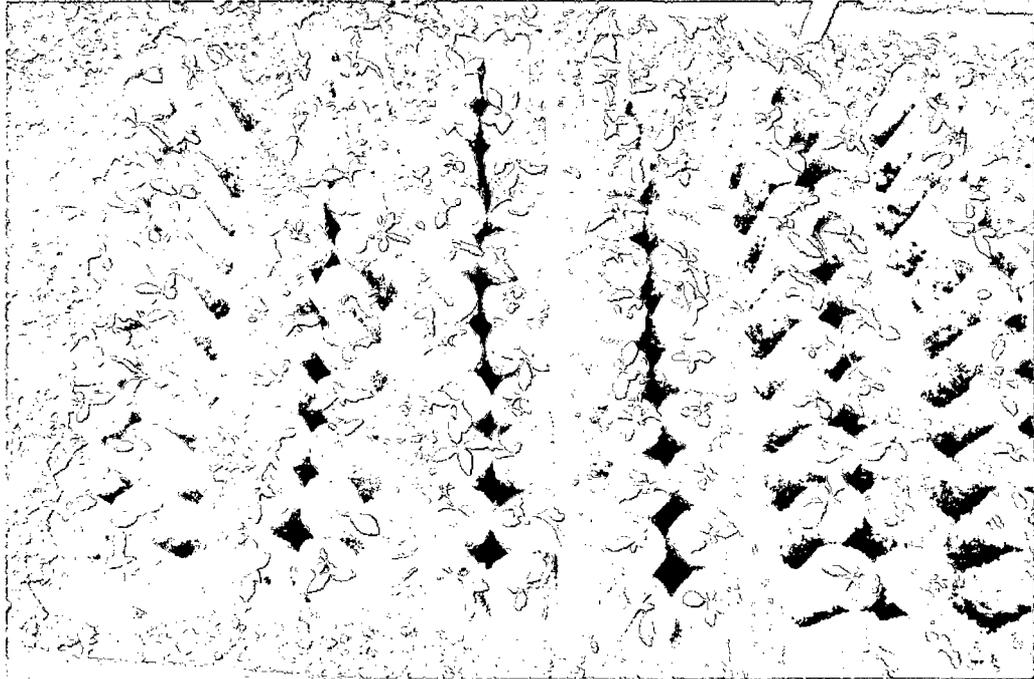


Figura 9. Plántulas de capirona después de repicadas.

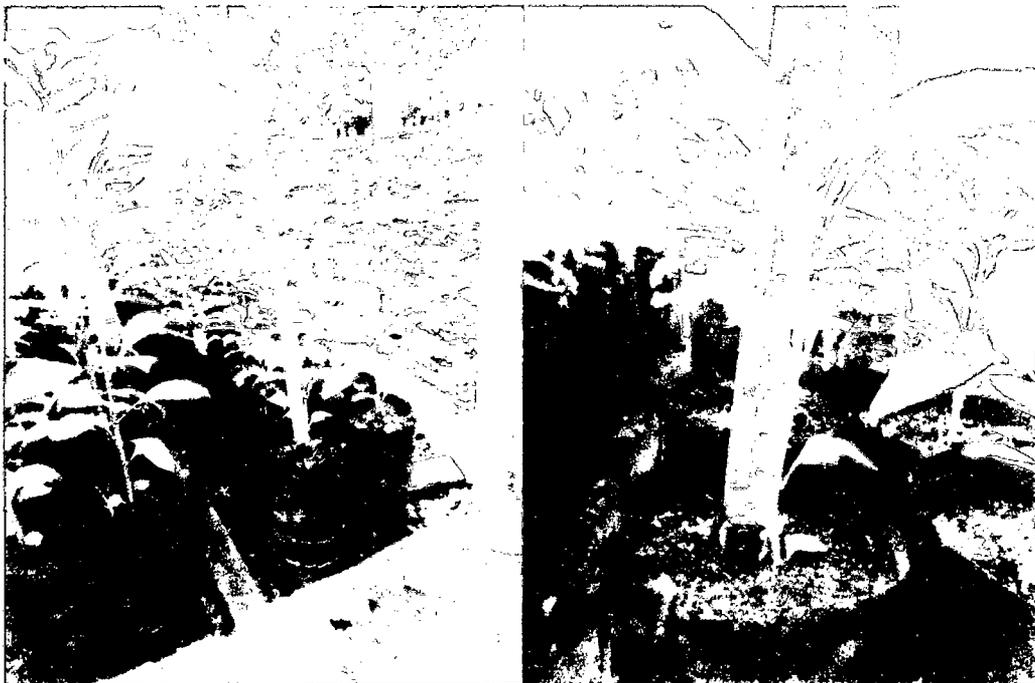


Figura 10. Altura total en plantas comparadas con el tratamiento testigo.



Figura 11. Registro de pesos para determinar biomasa.

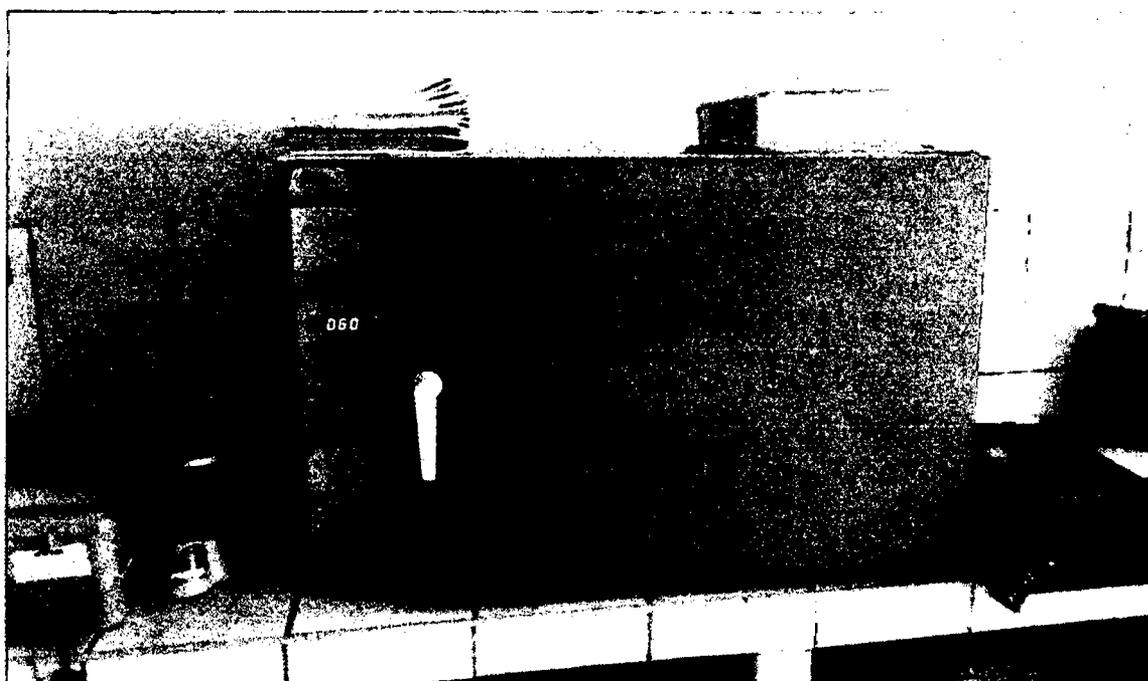


Figura 12. Proceso de secado en estufa a 60 °C.

UBICACION DEL VIVERO FORESTAL DE LA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

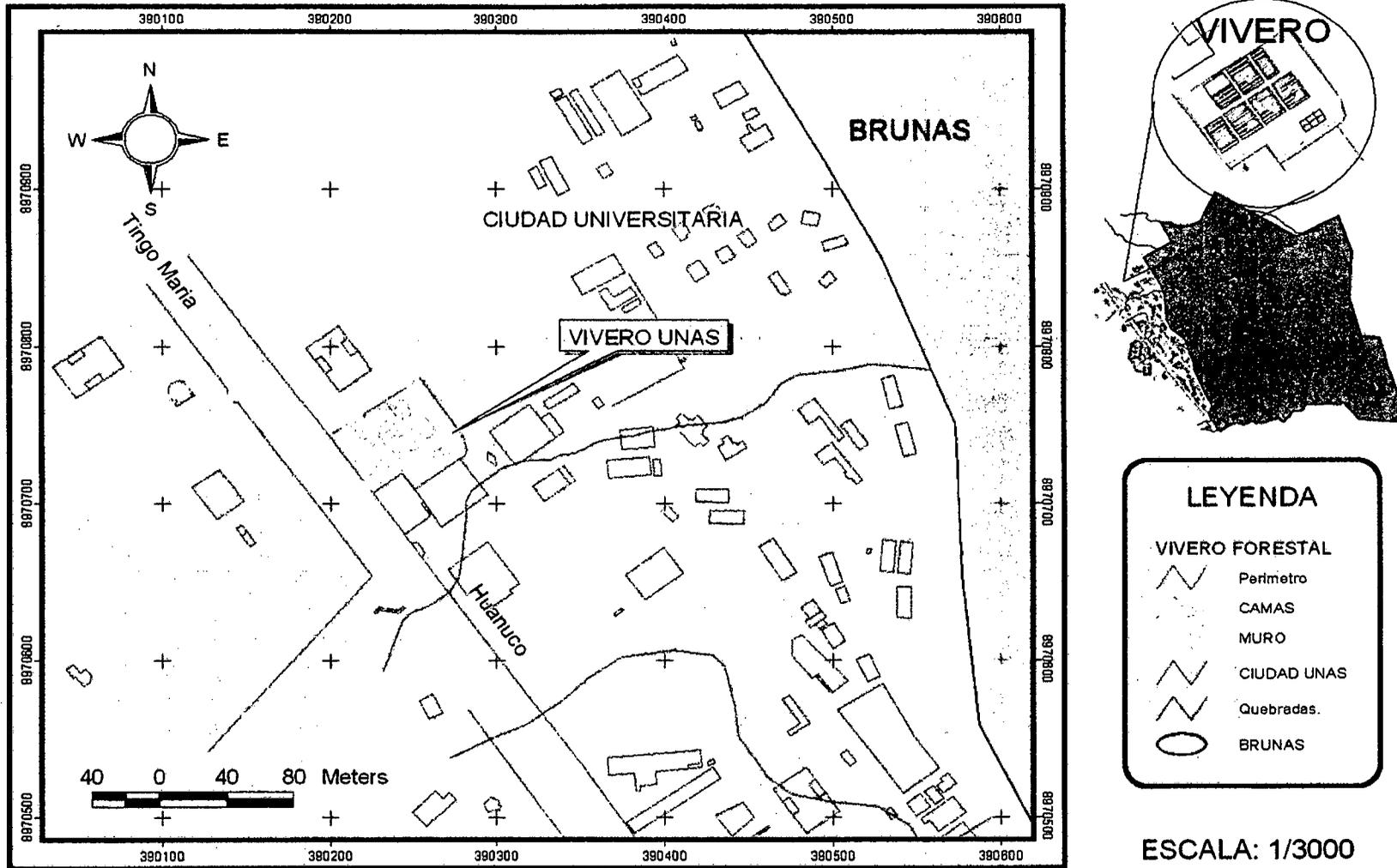


Figura 13. Ubicación del lugar del experimento.

ESCALA: 1/3000