

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 SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL

CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE HUALAJA (*Zanthoxylum*

***riedelianum* Engler), EN FASE DE VIVERO**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

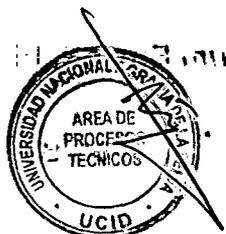
MENCIÓN FORESTALES

GIANCARLO SILVA TELLO

PROMOCIÓN 2010 - I

Tingo María - Perú

2013



K10

S55

Silva Tello, Giancarlo

Efecto de diferentes tipos de sustratos orgánicos en el crecimiento de plántulas de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler), en fase de vivero - Tingo María - 2013

55 páginas; 18 cuadros; 01 figuras.; 49 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. SUSTRATOS

2. HUALAJA

3. CRECIMIENTO

4. HUMUS

5. BIOMASA

6. GALLINAZA



"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Integración Nacional y el Reconocimiento de Nuestra Diversidad"

ASAMBLEA NACIONAL DE RECTORES

COMISIÓN DE COORDINACIÓN INTERUNIVERSITARIA

Calle Aldabas N° 337
Las Gardenias - Surco
Lima - 33 - Perú
Central Telef. N°: 275 - 4608

"CATÁLOGO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN - TIPRO"

Resolución N° 1562-2006-ANR

REGISTRO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES (PRE GRADO):

- Universidad: Universidad Nacional Agraria de la Selva
- Escuela o Carrera Profesional: Ing. Recursos Naturales Renovables
- Título del Trabajo: Efecto de diferentes tipos de sustratos orgánicos en el crecimiento de plántulas de Hualaja (*Zanthoxylum riedelianum*).
- Área de Investigación: Forestales.
- Autor(es):
DNI: 43822179 Apellidos y Nombres: Silva Tello Giancarlo
Ing. Recursos Naturales Renovables
- Título profesional a que conduce: Mención Forestales.
- Año de aprobación de la sustentación: 2012

II. CONTENIDO DEL RESUMEN

- Planteamiento del problema.
- Objetivos.
- Hipótesis.
- Breve referencia al marco teórico (10 a 20 líneas).
- Conclusiones y/o recomendaciones.
- Bibliografía.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 31 de marzo del 2012, a horas 7:20 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 SUSTRATOS ORGANICOS EN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTULAS DE HUALAJA (*Zanthoxylum riedelianum* Engler), EN FASE DE VIVERO”

Presentado por el Bachiller: **GIANCARLO SILVA TELLO**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“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, 19 de abril del 2013.

Ing. Mg. **ROBERTO OBREGON PEÑA**
PRESIDENTE



Ing. **WARREN RIOS GARCIA**
VOCAL

Ing. MSc. **NELINO FLORIDA ROFNER**
VOCAL

Ing. **RAUL ARAUJO TORRES**
ASESOR

DEDICATORIA

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

A mis padres Moisés Roberto Silva
García e Irma Tello De Silva; por su
inmenso amor, dedicación y entrega
brindado durante todo este tiempo para
ser cada día mejor.

A mis hermanos Roberto, Frank,
Sandra, Gianino y Jhon; por su
confianza y el gran afecto que nos
une, siendo la fuerza de mi vida.

A mi Compañera de sentimientos Analy
porque sin ella no podría haber
cumplido este logro tan importante para
mí, por su constante ánimo y fuerza y
amor que me alentaron a cumplir mi
meta

A Porritas por estar en los momentos
más difíciles

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:

- Al Ing. Raúl Araujo Torres, quien me ofreció su invaluable asesoramiento en la presente investigación. Gracias por su paciencia, empeño y confianza.
- A mis amigos incondicionales Alan García Ramírez Enrique Saldaña Alvarado, y Jean torres por darme su apoyo invaluable todos estos años.
- A mi Abuelo Mateo Tello puga por confiar en mí. Sin el este sueño no se hubiera concretado. Sencillamente fue la base de mi vida profesional y realmente toda la vida le estaré agradecido.
- A esa persona que me dijo que nadie nace con estrella si no que todos buscamos la nuestra y yo la busque

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Factores que intervienen en el crecimiento	3
2.1.1. Agua	4
2.1.2. Temperatura	4
2.1.3. Luz.....	5
2.1.4. Nutrientes.....	5
2.2. Abonos orgánicos	6
2.2.1. Influencia de materia orgánica en las propiedades del suelo	8
2.3. Relación carbono – nitrógeno.....	9
2.4. Propiedades físicas de los sustratos	10
2.5. Propiedades químicas de los sustratos	11
2.6. Propiedades biológicas de los sustratos	11
2.7. Importancia de la materia orgánica en el suelo	12

2.8. Fertilidad y nutrientes en el suelo	12
2.8.1. Aportes biológicos de la materia orgánica	17
2.9. Características del humus de lombriz.....	18
2.10. Características de la gallinaza.....	20
2.11. Antecedentes sobre plantas y plantaciones	21
2.12. Generalidades de <i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engler	22
2.12.1. Clasificación taxonómica	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. Lugar de ejecución.....	26
3.2. Materiales y equipos	27
3.2.1. Materiales	27
3.2.2. Herramientas	27
3.2.3. Equipos.....	27
3.3. Metodología	27
3.3.1. Instalación del experimento.....	27
3.3.2. Preparación de los tratamientos.....	28
3.3.3. Diseño estadístico.....	28

3.3.4. Repique de plantas	29
3.3.5. Labores culturales.....	30
3.3.6. Evaluación de las características de <i>Zanthoxylum</i> <i>riedelianum</i> Engler	30
3.3.7. Análisis estadístico.....	31
IV. RESULTADOS.....	32
4.1. Efecto de diferentes sustratos orgánicos en el incremento de altura en los plántones de hualaja (<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engler).....	32
4.2. Efecto de diferentes sustratos orgánicos sobre el incremento del diámetro en plántones de hualaja (<i>Zanthoxylum</i> <i>riedelianum</i> Engler).....	35
4.3. Efecto de los sustratos orgánicos en la biomasa acumulada de los plántones de hualaja (<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engler)	37
V. DISCUSIÓN.....	40
5.1. Efecto de diferentes sustratos orgánicos en el incremento de altura en plántones de hualaja (<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engler).....	40

5.2. Efecto de diferentes sustratos orgánicos sobre el incremento del diámetro en plantones de hualaja (<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engler).....	42
5.3. Efecto de los sustratos orgánicos en la biomasa acumulada de los plantones de hualaja (<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engler)	44

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Composición química de abonos orgánicos.....	8
2. Niveles de pH en el suelo.....	13
3. Niveles de carbonato de calcio.....	14
4. Niveles de contenido de materia orgánica.....	14
5. Niveles de capacidad de intercambio catiónico para un pH > 5.5.....	15
6. Niveles de contenido de nitrógeno.....	15
7. Niveles de contenido de carbonato de fósforo.....	16
8. Niveles de contenido de potasio.....	16
9. Composición química del humus de lombriz.....	18
10. Composición química de la gallinaza.....	20
11. Incremento de altura total promedio de las plantas de hualaja (<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engler.) bajo diferentes sustratos orgánicos.....	32

12. ANVA para el incremento en la altura total promedio de las plantas de hualaja (<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engler.) durante 45 días.....	34
13. Prueba Duncan ($\alpha : 0.05$) para incremento de altura promedio de las plantas de hualaja (<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engler.) a los 45 días.	34
14. Incremento del diámetro de las plantas de hualaja (<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engler.) bajo diferentes sustratos.	35
15. Análisis de varianza para el diámetro de las plantas de hualaja (<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engler.) durante 45 días.	37
16. Prueba Duncan ($\alpha : 0.05$) para el diámetro de las plantas de hualaja (<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engler.) durante 45 días.	37
17. Análisis de varianza para la biomasa acumulada en plantas de hualaja (<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engler.) durante 45 días.	39
18. Prueba Duncan ($\alpha: 0.05$) para la biomasa acumulada en plantas de hualaja (<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engler.) durante 45 días.....	39
19. Valores promedios de medición durante el periodo de investigación.....	58

20. Datos de peso húmedo en las muestras de plantas de hualaja. 58

21. Datos de peso seco en las muestras de plantas de hualaja..... 59

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Croquis de distribución de los tratamientos.	29
2. Incremento en la altura total de las plantas de hualaja (<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engler.) bajo diferentes sustratos orgánicos en fase de vivero.	33
3.. Incrementos del diámetro de las plantas de hualaja (<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engler.) bajo diferentes sustratos orgánicos en fase de vivero.	36
4.. Ganancia de biomasa en plantas de hualaja (<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engler.) durante 45 días en fase de vivero.	38
5. Labores culturales de los tratamientos	61
6. Medición del diámetro de la hualaja en vivero	61
7. Registro de pesos para determinar biomasa de las plantas de hualaja.	62
8. Análisis de suelo del vivero	63
9. Ubicación del lugar del experimento.....	64

RESUMEN

Con la finalidad de evaluar el efecto de los diferentes sustratos orgánicos en la producción de plantones de hualaja (*Zanthoxylum Riedelianum* Engler) en fase de vivero, se realizó la investigación entre los meses de abril a setiembre de 2011, en el Vivero Forestal UNAS. 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 evaluaron el incremento de altura total, diámetro del tallo y biomasa acumulada 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 evaluada. Como resultado se ha obtenido que la aplicación del humus de lombriz a la especie *Zanthoxylum Riedelianum* Engler en fase de vivero y en dosis de sustrato del 35.09 (T₄), 39.22 (T₅) y 40.15 (T₆) alcanzó una altura total con promedios de 40.15, 39.23 y 35.09 cm, ¿respectivamente? seguido por la gallinaza (31.66, 30.93, 24.64 cm) y finalmente el testigo (4.05 cm), el mayor incremento del diámetro en las plantas de *Zanthoxylum Riedelianum* Engler, fue en el sustrato empleado 30% (T₃) de gallinaza con 0.22 cm durante los 45 días después del repique, representando una diferencia estadística significativa frente a los demás tratamientos y en las 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.

I. INTRODUCCIÓN

La calidad de una plantación forestal está relacionada con la calidad del plantón en el vivero (VALENZUELA y GALLARDO, 2008), para obtenerlo no sólo es necesario contar con buen material genético, también es indispensable la incorporación de métodos adecuados en el proceso de producción. En tal sentido, los sustratos en el que la planta desarrollará sus primeros estadios de vida es un elemento tecnológico fundamental para la obtención de plantas de calidad. Y es por eso que mejorar el crecimiento de las plantas no sólo aumenta la calidad de éstas sino también implica una utilización más eficiente del tiempo, la mano de obra y los recursos del vivero. A menudo se usan las técnicas comunes de producción de plantones en vivero sin experimentar con otros procedimientos.

Aun cuando el crecimiento de las plantas haya sido adecuado en el pasado, y especialmente si no lo ha sido, vale la pena intentar otras técnicas para ver si se puede mejorar el crecimiento, realizando así experimentos en sustratos diferentes para poder determinar el medio ideal para el desarrollo de la especie puesta a prueba (DURYEA, 1985). 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). Frente a este contexto, se plantea la siguiente interrogante ¿en qué medida el efecto de diferentes tipos de sustratos orgánicos influyen en el crecimiento de plántulas de hualaja (*Zanthoxylum Riedelianum Engler.*), en fase de vivero?, en base a esto se evaluará los diferentes efectos de los diferentes tipos de sustratos orgánicos planteándose los objetivos:

- Determinar el efecto de diferentes tipos de sustratos orgánicos (tierra orgánica, gallinaza y humos de lombriz) el incremento de altura de la hualaja (*Zanthoxylum Riedelianum Engler.*).
- Evaluar el efecto de diferentes tipos de sustratos orgánicos (tierra agrícola, gallinaza y humus de lombriz) en el incremento de diámetro del tallo de la hualaja (*Zanthoxylum Riedelianum Engler.*).
- Comprobar el efecto de diferentes tipos de sustratos orgánicos (tierra agrícola, gallinaza y humus de lombriz) en la biomasa acumulada de la hualaja (*Zanthoxylum Riedelianum Engler.*).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Factores que intervienen en el crecimiento

El crecimiento vegetal, 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 desarrollarse, 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).

2.1.1. 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 (DIONICIO, 2007). 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 (LOZANO, 1996).

2.1.2. 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 el rango de variación y temperaturas extremas (ROMO, 2005). A temperaturas elevadas, mayor evapotranspiración y menor disponibilidad de

agua, además el sobrecalentamiento acarrea daños en el citoplasma y desfavorece la fotosíntesis. Temperaturas excesivamente bajas pueden originar efectos estimulantes sobre las plantas, tales como evitar el rebrote temprano (ALCARAZ, 2001).

2.1.3. Luz

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

2.1.4. 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 cumplen las condiciones de dotación y abastecimiento para ese mismo suelo (ROMO, 2005).

- **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.

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) (DIONICIO, 2007). 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 (SANCHO, 2001).

2.2. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son de gran importancia para los cultivos ya que mejoran las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo; además tiene la capacidad de absorber el oxígeno y mantener 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 (SANCHO, 2001 y ROMO, 2005).

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 (GANDARILLA, 1988). Un alto contenido de sustancias orgánicas 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).

El factor principal que determina la fertilidad de los abonos orgánicos es precisamente su presencia, que diferencia al suelo de su roca formadora (ALONSO *et al.*, 1996). 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.

2.2.1. Influencia de materia orgánica en las propiedades del suelo

2.2.1.1. Propiedades físicas

Influye mejorando 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 (ALONSO *et al.*, 1996).

2.2.1.2. Propiedades químicas

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

Cuadro 1. Composición química 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)

2.3. 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 (NOVAK ,1990).

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 (NOVAK ,1990).

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).

2.4. 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.

2.5. 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).

2.6. 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.

2.7. 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).

2.8. 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 que 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	< 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	> de 8.5

Fuente: VEGA *et al.*, 2005

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	< de 1.0
Medio	1.0 – 5.0
Alto	> de 5.0

Fuente: VEGA et al., 2005

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	< de 2
Medio	2.0 – 4.0
Alto	> de 4.0

Fuente: VEGA et al., 2005

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 > 5.5.

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

Fuente: VEGA et al., 2005

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	< de 0.1
Medio	0.1 – 0.2
Alto	> de 0.2

Fuente: VEGA et al., 2005

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	< de 5.0
Bajo	5.1 – 15
Medio	15.1 – 30
Alto	> de 30

Fuente: VEGA et al., 2005

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	< de 300
Medio	300 – 600
Alto	> de 600

Fuente: VEGA et al., 2005

2.8.1. 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 microbiológica 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.

2.9. 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). 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. 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.

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).

2.10. 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 aporta mejores nutrientes 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).

2.11. 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. 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.

2.12. Generalidades de *Zanthoxylum riedelianum* Engler

2.12.1. Clasificación taxonómica

Según Cronquist (1981), mencionado por REYNEL *et al.* (2003) presenta la siguiente clasificación:

Familia : RUTACEAE

Nombre científico : *Zanthoxylum riedelianum* Engler

Nombres comunes : "hualaja"

2.12.2. Descripción botánica

Árbol de unos 50 – 120 cm de diámetro y de 20 - 35 m de altura total, con fuste cilíndrico, la ramificación desde el segundo tercio, la base del fuste recta o con aletas pequeñas. Corteza externa con aguijones triangulares, la corteza levemente agrietada, color marrón claro a rojizo. Corteza interna homogénea, color amarillo blanquecino, con tenue olor a limón. Ramitas terminales con sección circular, color marrón rojizo a marrón claro cuando secas. Hojas compuestas paripinnadas, alternas y dispuestas en espiral, hojas glabras y olorosas a limón al estrujar. Inflorescencia en panículas terminales multifloras, flores pequeñas; frutos pequeños plurifolículos globosos, con una sola semilla elipsoide, negra y brillante (REYNEL *et al.*, 2003).

2.12.3. Observaciones para el reconocimiento de la especie

Se reconoce con facilidad por el fuste con aguijones cónicos, la corteza interna con olor tenue a limón y sus hojas paripinnadas (REYNEL *et al.*, 2003).

2.12.4. Distribución y hábitat

México y América Central a la Amazonía hasta Perú y Bolivia,

mayormente debajo de los 700 msnm. Se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante; es una especie esciófita, presente en bosques primarios, en suelos con tendencia arcillosa y ácida, usualmente fértiles, bien drenadas y con baja pedregosidad (REYNEL *et al.*, 2003).

2.12.5. Fenología, polinización y dispersión

Floración durante la estación seca, entre mayo - noviembre, y de fructificación a fines de ésta hasta inicios de la estación de lluvias, entre septiembre – enero.

2.12.6. Usos

La madera es blanquecina, la densidad media, regularmente durable, muy trabajable, apta para carpintería y ebanistería (REYNEL *et al.*, 2003).

2.12.7. Ficha silvicultural

- Particularidades de frutos y semillas

Número de semillas/Kg: 21,600 – 60,000 aproximadamente.

- Propagación por semilla (sexual)

La propagación por semilla es exitosa en esta especie. Los frutos pueden recolectarse directamente del árbol o colectando los racimos del árbol.

Una vez cosechados son transportados en sacos de yute al lugar de procesamiento, donde se coloca en zarandas por 1 – 2 días para facilitar su apertura; luego se extrae la semilla manualmente.

Poder germinativo: 35 – 47% para semillas frescas, 90 – 100% con tratamiento pregerminativo de lavado con agua y jabón. Se señala que hay una baja viabilidad pues muchas semillas suelen estar dañadas o perforadas por insectos. Tratamientos pregerminativos: las semillas son lavadas con agua y jabón para eliminar la película protectora. Con este tratamiento se obtiene mejores porcentajes de germinación. Otros tratamientos pregerminativos como lijado e inmersión en agua aceleran el inicio de la germinación a 25 días luego de la siembra pero el poder germinativo disminuye a 5 – 20%. Inicio y finalización de la germinación: La germinación se inicia a los 35 días luego de la siembra, y finaliza a los 90 días. Manejo de la especie en vivero: se colocan en almácigos con sustrato de arena lavada. Esta especie requiere sombra por 15 – 30 días (REYNEL et al., 2003).

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 Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, departamento Huánuco.

3.1.1 Ubicación geográfica

Geográficamente la investigación se localiza a 09° 09' 00" de Latitud Sur y 75° 57' 00" Longitud Oeste.

3.1.2 Zona de vida

De acuerdo a la clasificación de las zonas de vida y el diagrama bioclimático de HOLDRIDGE, la ciudad de Tingo María se encuentra ubicado en la formación vegetal bosque muy húmedo Premontano Sub Tropical (bmh - PST) y de acuerdo a las regiones naturales del Perú, según PULGAR, se encuentra en la Selva Alta o Rupa Rupa, caracterizada por presentar una temperatura máxima de 29.4 °C, mínima 19.2 °C y una media de 24.3 °C, clima

húmedo con precipitación anual de 3,000 a 3,300 mm, humedad relativa de 87% y altitud de 660 msnm.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

Se utilizaron bolsas de polietileno color negro de 6" x 10", placas de metal, pinturas de color, estiker para la codificación respectiva de bolsas y plántulas de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler), regadora y zaranda metálica.

3.2.2. Herramientas

Zaranda metálica, carretilla, palas, machete, regadora y una probeta.

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

Se ubicó en el Vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva en un

espacio dentro de las camas de repique las mismas que estuvieron distribuidas en forma paralela con una orientación de este a oeste, con estructuras de concreto y techo cubierto de malla raschel.

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 la investigación fue Diseño Completamente al Azar (DCA), con siete (07) tratamientos y un total de 24 repeticiones por

tratamiento (Figura 1). 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.

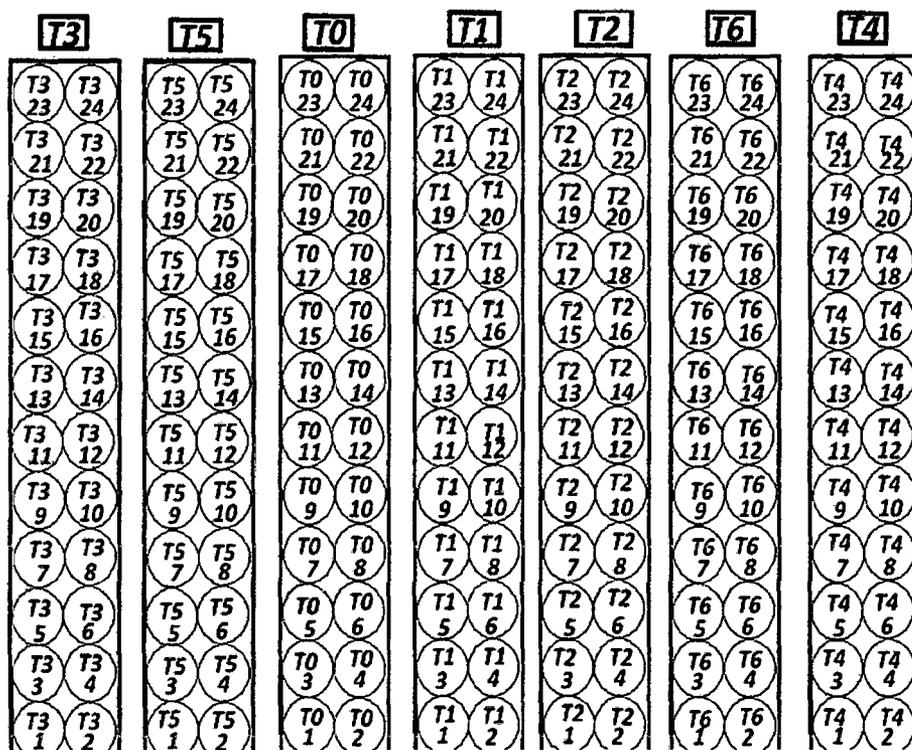


Figura 1. Croquis de distribución de los tratamientos.

3.3.4. Repique de plantas

Se realizó cuando las plántulas tenían de 12 a 14 cm, presentaban el tallo lignificado y dos primeros pares de hojas. Para favorecer al prendimiento de las plántulas en las bolsas con sustrato, se realizó en horas de la mañana.

3.3.5. Labores culturales

El riego se realizó generalmente por las tardes (5 pm.), cuando las temporadas de lluvias no se presentaban por más de dos días. Se eliminaron las malezas presentes alrededor de los plantones y cama de repique, a los 20 y 40 días después de realizado el repique.

3.3.6. Evaluación de las características de *Zanthoxylum riedelianum* Engler

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 regla de 30 cm, colocando verticalmente desde el nivel del sustrato hasta el ápice del brote principal de cada planta; las demás evaluaciones se realizaron en periodos de cada 15 días.

3.3.6.2. Medición del diámetro

La medición del diámetro de las plantas se realizó cada 15 días, con la ayuda de un vernier digital a 2 cm del nivel del sustrato, en base a la distribución de los tratamientos y las demás evaluaciones se realizaron en periodos de cada 15 días respectivamente.

3.3.6.3. Medición de la biomasa

Se realizó a los 45 días de haber realizado el repique, el mismo que consistió en determinar el peso seco de la parte aérea y radicular de los plantones. Para ello se tuvo que utilizar unidades experimentales (plantas) extraídas con todo el sistema radicular, luego se cortó a la altura del cuello de la parte radicular la parte radicular y se procedió a lavar con agua para eliminar el material adherido a la raíz. Una vez limpia la muestra, se colocó en la estufa, a una temperatura de 60 °C durante 24 horas.

3.3.7. Análisis estadístico

La base de datos fue manejada en la hoja de cálculo de 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 realizó el ANVA y la prueba de Duncan ($\alpha = 0,05$), y de esta manera realizar la comparación o mínima diferencia estadística entre las medias de cada tratamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. Efecto de diferentes sustratos orgánicos en el incremento de altura en los plántones de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler)

Los plántones de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler.) registraron incremento en altura favorable, a excepción del T₀ (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 (T₁) y un 40.15 cm para el (T₆), Cuadro 11 y Figura 2.

Cuadro 11. Incremento de altura total promedio de las plantas de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler.) bajo diferentes sustratos orgánicos.

Tratamientos	H ₁ (cm)	H ₂ (cm)	H ₃ (cm)	H ₄ (cm)	Incremento (cm)
T0	4.77	6.20	7.51	8.81	4.04
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	39.22
T6	8.99	24.03	38.22	49.14	40.15

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

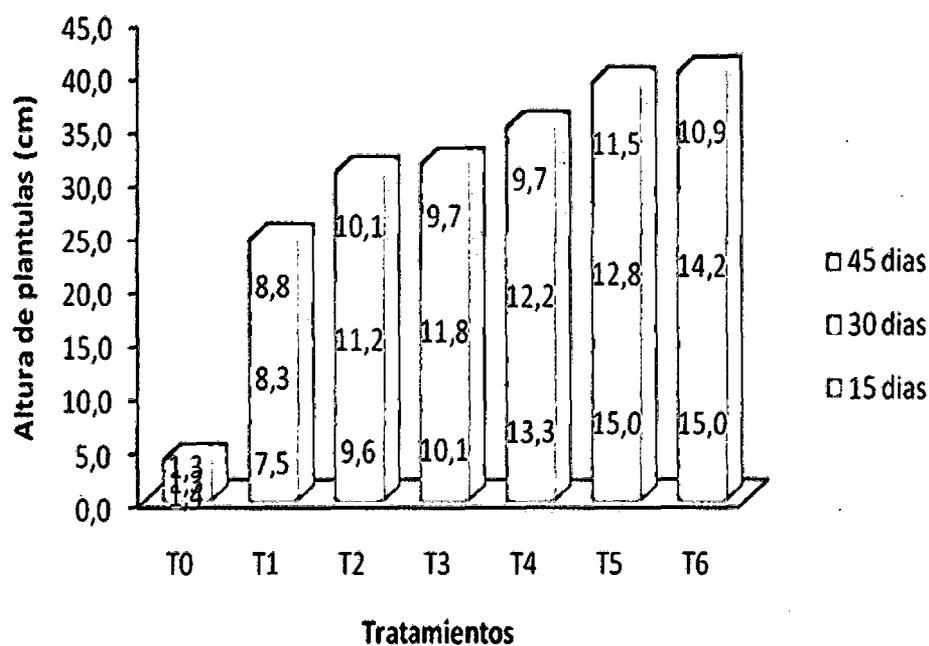


Figura 2. Incremento en la altura total de las plantas de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler.) bajo diferentes sustratos orgánicos en fase de vivero.

El Cuadro 12 muestra el ANVA para el incremento en altura de las plantas de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler.). Presenta alta significancia estadística, con un coeficiente de variación igual al 13.16%. Los tratamientos que presentaron mayor incremento de altura fueron el (T₆) 40.15 cm, seguido del (T₅) 39.23 cm, presentando similitud estadística (Cuadro 13).

Cuadro 12. ANVA para el incremento en la altura total promedio de las plantas de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler.) 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 (α : 0.05) para incremento de altura promedio de las plantas de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler.) 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

4.2. Efecto de diferentes sustratos orgánicos sobre el incremento del diámetro en plantones de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler)

Los diámetros alcanzados en plantones de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler.) en fase de vivero fluctuaron entre 0.27 cm para (T₀) y 0.60 cm para (T₆) Cuadro 14 y Figura 3.

Cuadro 14. Incremento del diámetro de las plantas de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler.) 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.

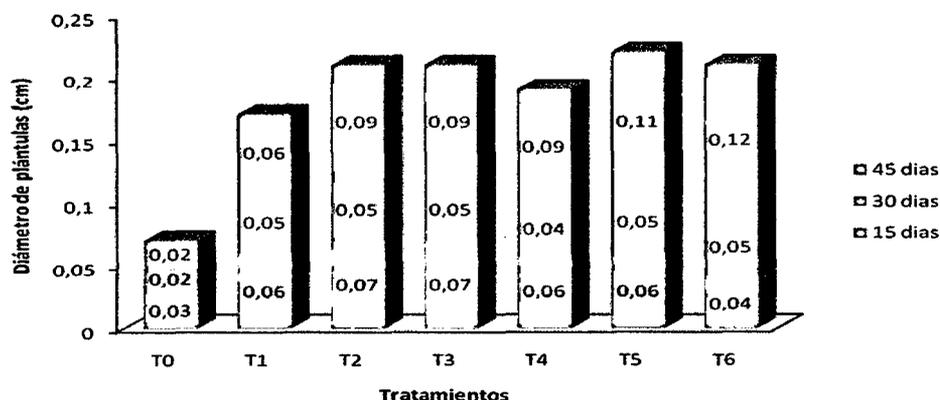


Figura 3.. Incrementos del diámetro de las plantas de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler.) bajo diferentes sustratos orgánicos en fase de vivero.

El Cuadro 15 muestra el coeficiente de variación que fue igual a 21.91%. 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 15. Análisis de varianza para el diámetro de las plantas de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler.) 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) del diámetro de las plantas de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler.) 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

4.3. Efecto de los sustratos orgánicos en la biomasa acumulada de los plantones de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler)

La ganancia de biomasa se registró mediante el proceso de secado en estufa a las plantas, encontrando 9.85 g (T₅) y el menor incremento de biomasa se vio reflejada en el tratamiento testigo (T₀) con 0.65 g (Figura 4). Estos resultados presentaron una alta significancia estadística con un coeficiente de variación igual al 31.89% (Cuadro 17).

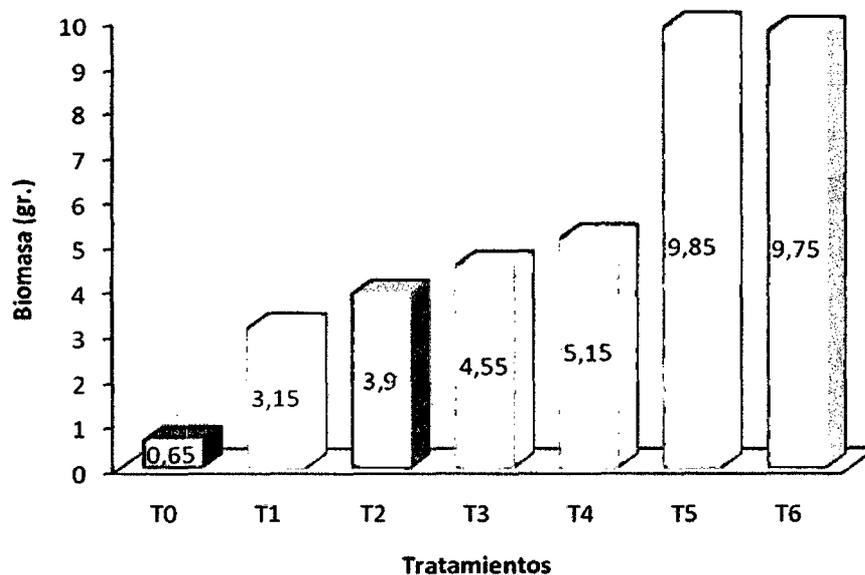


Figura 4.. Ganancia de biomasa en plantas de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler.) durante 45 días en fase de vivero.

Cuadro 17. Análisis de varianza para la biomasa acumulada en plantas de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler.) 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

El Cuadro 18 muestra 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. Prueba Duncan (α : 0.05) para la biomasa acumulada en plantas de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler.) 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

V. DISCUSIÓN

5.1. Efecto de diferentes sustratos orgánicos en el incremento de altura en plántones de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler)

Los plántones de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler) registraron incremento en altura favorable a excepción del (T₀). El crecimiento se mostró en forma ascendente durante los 45 días de evaluación. MONTELIU (2010) menciona que 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 se vuelve favorables cuando se aclimatan a las condiciones ambientales en cambio constante.

Los incrementos en altura de las plantas de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler.) registrados, representaron alta significancia estadística, (Cuadro 12), según CALZADA (1996) representa una muy buena homogeneidad de dispersión de los datos. Se considera que un suelo o sustrato es fértil cuando cumplen las condiciones de dotación y abastecimiento para ese mismo suelo (ROMO, 2005).

Quevedo (s/d), citado por IIAP (2003) alcanzó resultados favorables al momento de aplicar humus de lombricultura sobre el crecimiento

inicial de cedro colorado establecido a campo abierto, las dosis aplicadas fueron de 2 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 a 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 genera en las plantas como ocurrió en el incremento de altura total de las plantas de hualaja durante 45 días después del repique, mostrándose que los tratamientos T₅ 20% y T₆ 30% de humus de lombriz fueron superiores (40.150 cm y 39.225 cm respectivamente) estadísticamente frente a los demás tratamientos (Cuadro 13).

Similar a estos resultados obtuvo JANAMPA (2008), después de aplicar humus de lombriz, en la especie de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Martius) en tres meses de evaluación en fase de vivero con cuatro tratamientos, 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 hualaja 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 plántones en esta especie. 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 fase de vivero, produciendo plántones de calidad y reduciendo los costos a incurrir por un periodo más prolongado.

5.2. Efecto de diferentes sustratos orgánicos sobre el incremento del diámetro en plántones de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler)

CALZADA (1996) indica una planta presenta regular homogeneidad, dependiendo de muchos factores, tales como: heterogeneidad del suelo, diseño experimental, desuniformidad en los riegos, fallas de plantas; para nuestro caso los efectos principales fueron la humedad causada por el riego y la iluminación. El tratamiento que presentó mayor incremento diametral fue (T₃) seguido de los tratamientos (T₆), (T₅) y (T₂), siendo estadísticamente similares estos tres últimos (Cuadro 16).

La utilización del sustrato con un 30% de gallinaza generó mayor incremento en los diámetros de las plantas de hualaja (0.22 cm). MURILLO, (1996) indica que la gallinaza es uno de los fertilizantes más completos y que

aporta mejores nutrientes al suelo. Contiene nitrógeno, fósforo, potasio y carbono en importantes cantidades. 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).

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.

5.3. Efecto de los sustratos orgánicos en la biomasa acumulada de los plantones de hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler)

La ganancia de biomasa se registró mediante el proceso de secado en estufa a las plantas, encontrando mayor incremento en (T_5) y el menor incremento de biomasa se vio reflejada en (T_0); y presentaron una alta significancia estadística (Cuadro 17). Siendo para CALZADA (1996), los datos de los resultados muy variables. Los tratamientos que presentaron mayor ganancia de biomasa fueron el (T_5) y el (T_6), siendo numéricamente diferentes y estadísticamente similares (Cuadro 18).

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 hualaja, 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.

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 hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler).

VI. CONCLUSIONES

1. La aplicación del humus de lombriz a la especie *Zanthoxylum riedelianum* Engler en fase de vivero con dosis de sustrato de 10%(T₄), 20%(T₅) y 30%(T₆) alcanzó incrementos en altura total de 35.09, 39.23 y 40.15 cm respectivamente, seguido de los sustratos a base de gallinaza (24.64, 30.93 y 31.66 cm) y el testigo (4.05 cm), y son estadísticamente significativos.
2. El mayor incremento del diámetro en las plantas de *Zanthoxylum riedelianum* Engler, fue en el sustrato empleado 30%(T₃) 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.

VII. RECOMENDACIONES

1. 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.
2. Aplicar la dosis de humus de lombriz en contenedores de tubetes, ya que se requiere menor sustrato y aminoran los costos de producción de los plantones.

VIII. ABSTRACT

With the purpose of evaluating the effect of different substrates on the production of seedlings hualaja (*Zanthoxylum riedelianum* Engler.) in nursery phase, the investigation was carried out between the months of June to November 2011, in the Forest Nursery, located in the National Agrarian University the Jungle region Huánuco, Peru. The treatments were: 100% of agricultural land (T₀), 90% of agricultural land and 10% chicken manure (T₁), 80% of agricultural land and 20% chicken manure (T₂), 70% of agricultural land and 30% 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); were evaluated the total height, stem diameter and accumulated biomass. The design used was completely randomized design (DCA), with 07 treatments and 24 repetitions, was conducted on ANOVA and Duncan's test (α : 0.05) for each variable evaluated. The implementation of the earthworm humus in doses of substrate of 10 %, 20% and 30% reached greater increases in total height with averages of 40.15, 39.23 and 38.15 cm respectively; the biggest increase in the diameter, reached the substrate 30% chicken manure with 0.22 cm for 45 days after the ringing and biomass was 9.85 g (T₅), 9.75 g (T₆) and 5.15 g (T₄), representing a statistically high significance in the three variables evaluated.

IX. 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.
- 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. Universidad nacional Agraria de la Selva. Tingo maría, Perú. 72 p.
- BURÉS, S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas S. L. Madrid, España. 342
- CALZADA, J. 1996. Métodos estadísticos para la investigación. 5ta Edición. Lima Perú. 640 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 pp.
- EMMUS, P. 1991. Resumen de la conferencia internacional sobre evaluación y monitoreo de la calidad del suelo. Rodal e Institute. 13 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. 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.
- 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 (capinurí) 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 für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Cooperación Técnica. Eschborn, República federal de Alemania. 335 p.
- LOZANO, N. 1996. Evaluación del crecimiento inicial de *Minuartia 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.

- 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.

QUEVEDO, A. 1991. Efecto del humus de lombriz en plántones de *Cedrela odorata*, atacados por *Hypsiphylia* sp. en plantación a campo abierto. Tesis Ing. Forestal. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

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 Nº 36. Boletín técnico. San José, Costa Rica. 3 p.

- SENDRA, J. 1996. Fertilización del arroz. Horticultura. Agrícola. Vergel. Nº 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.

ANEXO

Anexo 1. 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 hualaja.

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 hualaja.

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 2. Panel fotográfico



Figura 5. Labores culturales de los tratamientos

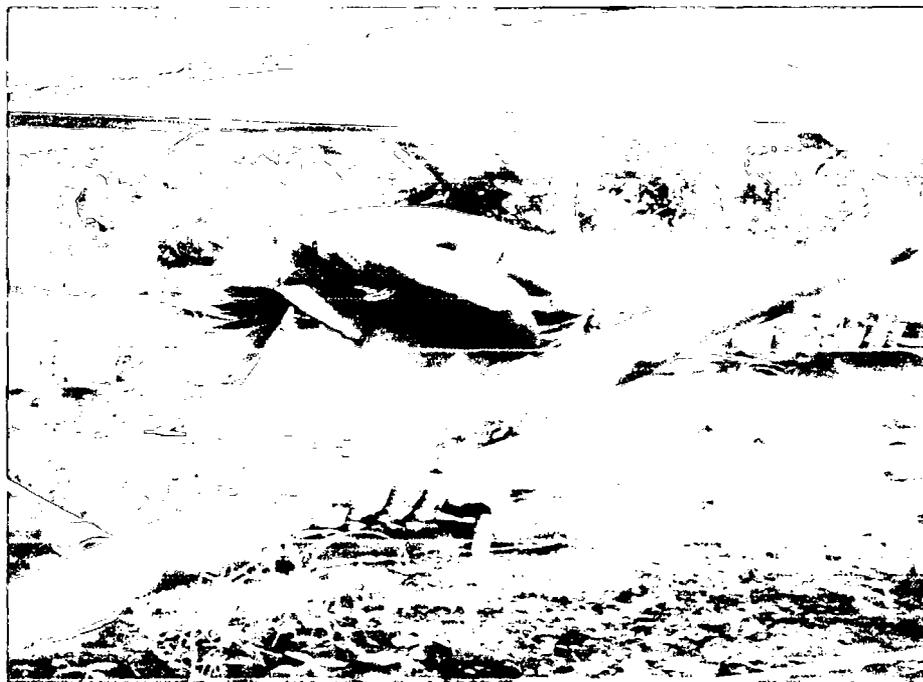


Figura 6. Medición del diámetro de la hualaja en vivero

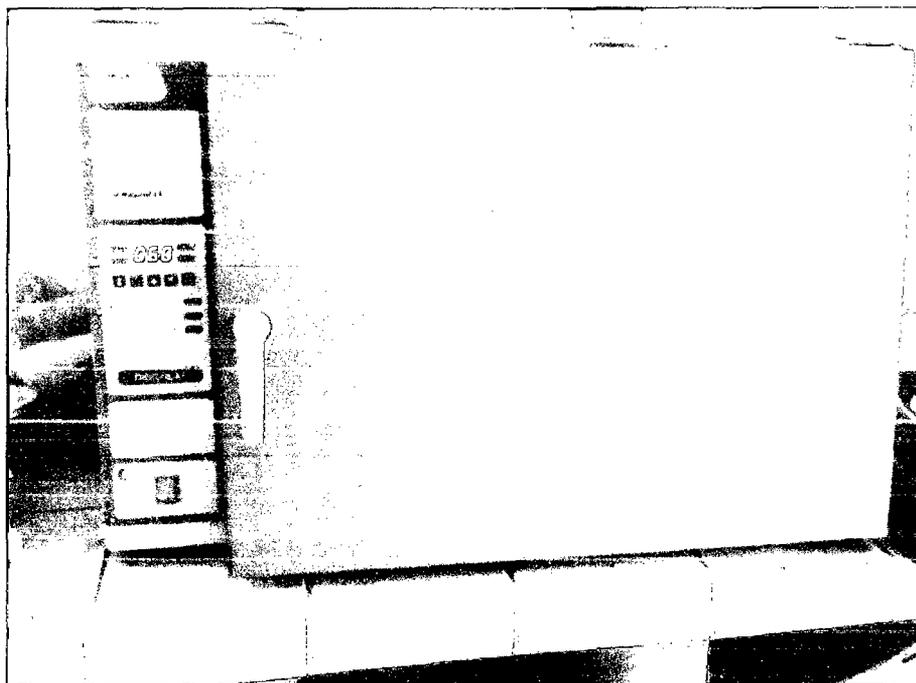


Figura 7. Registro de pesos para determinar biomasa de las plantas de hualaja.

Anexo 03:

Número de Muestra		ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K ₂ O	CAMBIALES Ca(mol)/kg											
Lab.	Campo	Arena	Arcilla	Limo	Textura	1:1	%	%	ppm	kg/ha	C/C	Ca	Mg	K	Mn	Al	H	C/Ce	%	%	%
		%	%	%															Bas. Comb.	Ac. Comb.	Sat. Al
M1124	CAFÉ	40	25	35	Franco	4.03	2.10	0.09	7.70	253.68	—	3.59	0.42	0.00	0.00	3.30	1.00	8.31	48.26	51.74	39.71
Fecha: 17 DE JULIO 2011																					
Recibo N°		263579																			
Muestreado por: El solicitante																					
Ing. M. S. Hugo Hincapié Tapayachi JEFE DE LABORATORIO																					

Figura 8. Análisis de suelo del vivero



Figura 9. Ubicación del lugar del experimento.