

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE  
SUELOS Y AGUA**



**EFFECTO DEL COMPOST Y TAMAÑO DE HOYO EN EL CRECIMIENTO**

**INICIAL DE *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke**

**“PINO CHUNCHO” EN SUELOS DEGRADADOS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**

**PRESENTADO POR:**

**BRIAM STING MALLQUI ESPIRITU**

**2019**



**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 18 de Julio de 2019, a horas 7:00 p.m. en la Sala del laboratorio de Recursos Hídricos de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

### **“EFECTO DEL COMPOST Y TAMAÑO DE HOYO EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “PINO CHUNCHO” EN SUELOS DEGRADADOS”**

Presentado por el Bachiller: **MALLQUI ESPIRITU, Briam Sting**, 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 CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 22 de Julio del 2019

Dr. **LADISLAO RUIZ RENGIFO**  
**PRESIDENTE**

Ing. **ERLE O. BUSTAMANTE SCAGLIONI**  
**VOCAL**

Ing. MSc. **SANDRO JUNIOR RUIZ CASTRE**  
**VOCAL**

Ing. **JAIME TORRES GARCÍA**  
**ASESOR**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE**  
**SUELOS Y AGUA**



**EFFECTO DEL COMPOST Y TAMAÑO DE HOYO EN EL CRECIMIENTO**  
**INICIAL DE *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke**  
**“PINO CHUNCHO” EN SUELOS DEGRADADOS**

**Autor** : Mallqui Espiritu Briam Sting

**Asesor** : Ing. Jaime Torres García

**Programa de investigación** : Ciencias básicas

**Línea de investigación** : Ecología y conservación de suelos

**Eje temático de investigación** : Tecnología de suelos degradados

**Lugar de ejecución** : Predio de la Sra. Janet Mary Espiritu Salas

**Duración** **Fecha de inicio:** 13 de noviembre de 2018

**Término** : 13 de mayo de 2019

**Financiamiento** : **MONTO S/.** 3110.80

**Propio** : si

## DEDICATORIA

A Dios:

por darme la fuerza y la vida y así  
permitirme llegar a lograr mis objetivos.

A mis padres:

Janet Mary Espiritu Salas y José  
Alejandro Mallqui Prado, por su  
orientación y apoyo en todo momento,  
por sus consejos, sus valores, por la  
motivación y su amor.

A mi Hermana:

Xiomara; mi agradecimiento y cariño.

A mis tíos:

Máximo y Mirian, con eterna gratitud  
por el apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables – Conservación de Suelos y Agua que contribuyeron a mi formación profesional.

A mi asesor Ing. Jaime Torres Gracia, por su valiosa colaboración.

A los miembros del jurado de tesis, Dr. Ladislao Ruiz Rengifo, M.Sc. Sandro J. Ruiz Castre, M.Sc. Roberto Obregón Peña.

A todas aquellas personas que, de una u otra forma, me apoyaron en la realización de esta investigación, hago extensivo mi agradecimiento.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. El compost .....	4
2.2. El crecimiento de las plantas .....	6
2.3. El <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber. ex Ducke “pino chuncho” .....	8
2.4. Suelo .....	10
2.4.1. Suelo degradado.....	11
2.4.2. Recuperación de suelos mediante plantaciones .....	14
2.5. Plantaciones forestales.....	15
2.5.1. Preparación del suelo .....	16
2.5.2. Ahoyado manual .....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1. Lugar de ejecución.....	22
3.2. Materiales y equipos .....	23
3.2.1. Material biológico o unidad de estudio .....	23
3.2.2. Materiales, herramientas e insumos .....	23

3.2.3. Equipos .....	23
3.3. Generalidades de la investigación.....	24
3.3.1. Diseño y nivel de estudio .....	24
3.3.2. Combinaciones .....	24
3.3.3. Diseño del experimento .....	25
3.3.4. Modelo aditivo lineal.....	27
3.3.5. Esquema del ANVA .....	27
3.3.6. Variables en estudio.....	28
3.4. Metodología o técnica de recolección de datos .....	29
3.4.1. Planificación .....	29
3.4.2. Fase de campo .....	29
3.4.3. Fase de gabinete .....	32
IV. RESULTADOS .....	33
4.1. Efecto del compost y tamaño de hoyo sobre el crecimiento inicial del <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber. ex Ducke “pino chuncho” en suelos degradados .....	33
4.1.1. Incremento diametral .....	33
4.1.2. Incremento en altura .....	35
4.2. Efecto del compost sobre el crecimiento inicial del <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber. ex Ducke “pino chuncho” .....	36

4.2.1. El compost sobre el diámetro del tallo .....	36
4.2.2. El compost sobre la altura .....	38
4.3. Efecto del tamaño de hoyo sobre el crecimiento inicial del <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber. ex Ducke “pino chuncho” .....	39
4.3.1. El tamaño de hoyo sobre el diámetro del tallo.....	39
4.3.2. El tamaño del hoyo sobre la altura .....	41
V. DISCUSIÓN.....	42
5.1. Del efecto del compost y tamaño de hoyo sobre el crecimiento inicial del <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber. ex Ducke “pino chuncho” en suelos degradados .....	42
5.2. Del efecto del compost sobre el crecimiento inicial del <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber. ex Ducke “pino chuncho” .....	44
5.3. Del efecto del tamaño de hoyo sobre el crecimiento inicial <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber. ex Ducke del “pino chuncho” .....	45
VI. CONCLUSIONES.....	47
VII. RECOMENDACIONES .....	48
VIII. ABSTRACT .....	49
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ANEXO .....	58

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. ANVA para el incremento diametral de tallo del <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber. ex Ducke “pino chuncho” por efecto del compost y el tamaño del hoyo. ....	34
2. ANVA para el incremento de la altura de tallo del <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber. ex Ducke “pino chuncho” por efecto del compost y el tamaño del hoyo. ....	35
3. Efecto del compost sobre el diámetro del tallo del <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber. ex Ducke “pino chuncho” .....	37
4. Efecto del compost sobre la altura del <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber. ex Ducke “pino chuncho” .....	38
5. Efecto del tamaño de hoyo sobre el diámetro del tallo del <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber. ex Ducke “pino chuncho” .....	40
6. Efecto del tamaño de hoyo sobre la altura del <i>Schizolobium amazonicum</i> Huber. ex Ducke “pino chuncho” .....	41
7. Datos registrados en campo experimental. ....	59
8. Números aleatorios para randomizar los tratamientos.....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Distribución de las combinaciones en la parcela experimental.....	26
2. Interacción del compost y el tamaño del hoyo sobre el incremento diametral de tallo.....	34
3. Interacción del compost y el tamaño del hoyo sobre el incremento de la altura.....	36
4. Efecto del compost sobre el diámetro del tallo.....	37
5. Efecto del compost sobre la altura.....	39
6. Efecto del tamaño de hoyo sobre el diámetro del tallo.....	40
7. Efecto del tamaño de hoyo sobre la altura. ....	41
8. Terreno donde se estableció la parcela experimental.....	63
9. Apertura de hoyos.....	63
10. Medición de las dimensiones del hoyo (30 cm x 30 cm x 30 cm). ....	64
11. Compost utilizado.....	64
12. Aplicación del compost. ....	65
13. Banner informativo de la investigación. ....	65

14. Medición de la altura. ....	66
15. Medición del diámetro de tallo. ....	66
16. Plateado de las plantas. ....	67
17. Análisis de contenido del compost utilizado en el estudio. ....	67
18. Datos meteorológicos de la estación UNAS – Tingo María. ....	68
19. Resultados del análisis de la muestra del suelo obtenido al inicio del experimento. ....	69
20. Resultados del análisis de muestras de suelos con los tratamientos respectivos. ....	70
21. Mapa de ubicación de la parcela experimental. ....	71

## RESUMEN

La recuperación de suelos con plantaciones forestales presenta limitantes técnicas y en nutrición, es por ello que se realizó el estudio con el objetivo de demostrar el efecto del compost y tamaño de hoyo sobre el crecimiento inicial del *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho” en suelos degradados del caserío de Sausal, distrito de Padre Felipe Luyando “Naranjillo”, región Huánuco. Se diseñó una parcela experimental empujando los factores dosis de compost (0, 1 y 2 kg) y tamaño del hoyo (20 x 20 y 30 x 30 x 30 cm) generando seis combinaciones distribuidos en tres bloques completos al azar y el periodo de ejecución fue de seis meses, midiendo la altura y diámetro de las plantas. En los resultados se registró efectos estadísticos significativos por parte de las dosis de compost utilizados sobre las dos variables cuantitativas, mientras que en caso del tamaño de hoyo no se reportó diferencias estadísticas significativas; concluyendo que el uso de los dos factores interaccionan sobre el crecimiento en altura y diámetro para la especie en estudio establecido en un suelo degradado.

## I. INTRODUCCIÓN

El uso intensivo de los suelos provoca cambios en sus propiedades llegando a afectar la capacidad productiva a través de su influencia sobre la vegetación y tipos de usos posibles en la agricultura (HERNÁNDEZ *et al.*, 2004; HERNÁNDEZ *et al.*, 2006).

Existe relación entre los atributos morfológicos y fisiológicos de los individuos, su supervivencia y desarrollo en la plantación (BIRCHLER *et al.*, 1998; TSAKALDIMI *et al.*, 2012), pudiendo, de esta forma, determinar la idoneidad de los mismos mediante mediciones de algunos de estos atributos (RIKA *et al.*, 2015).

Los suelos de la provincia de Leoncio Prado se encuentran en diferentes estados de degradación, el cual se pudo originar a causa del mal manejo de los mismos, sobre explotándolos, quemando y aplicando excesivamente productos químicos. Otro de los factores notorios que pudo afectar a la calidad de las mismas estuvo enmarcado en la producción de la hoja de coca, en donde se aplicaron técnicas inadecuadas de manejo de los suelos y en el tiempo fueron degradándose.

Así como en la fase de vivero se reporta que el tamaño de envase y la composición de sustrato son algunos de los factores que pueden influir en la calidad de plantas (MATTHES-SEARS y LARSON, 1999; OLIVO y BUDUBA

2006; SALTO *et al.*, 2013), en la fase inicial después del establecimiento en el terreno definitivo, las plantas necesitan que sus suelos estén sueltos y se les haya otorgado el aporte nutricional adecuado.

El establecimiento de plantaciones forestales en suelos con diferentes grados de degradación se vienen ejecutando en diferentes partes de la región amazónica, pero existe limitantes en el desarrollo de los mismos, debido a la mala elección de la especie, mal proceso de establecimiento (fertilización deficiente y tamaño de hoyo muy pequeño), las cuales generan interrogantes como ¿Existirá interacción del efecto entre la aplicación de compost y el uso de diferentes tamaños de hoyos sobre el crecimiento inicial del *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho” establecido en un suelo degradado?

La influencia de las especies arbóreas sobre la estructura de los suelos resulta importante para su utilización en proyectos de recuperación de áreas degradadas o en el manejo de diversos sistemas de producción que tiendan a la sostenibilidad (MONTAGNINI *et al.*, 1995) y el conocer la dosis adecuada de algún abono orgánico aplicadas en dimensiones adecuadas del hoyo garantizarán la supervivencia y el crecimiento de las plantas con calidad en suelos degradados.

ILLERA *et al.* (2001) señalan que, en la actualidad existe un interés creciente en utilizar los residuos orgánicos en recuperación de ecosistemas edáficos degradados y los resultados alcanzados en el estudio fortalecerán el conocimiento sobre las plantaciones en suelos degradados.

La hipótesis del estudio radica en que existe interacción significativa en el efecto del compost y el tamaño de hoyo sobre el crecimiento inicial de *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho” en suelos degradados.

Ante lo expuesto en los párrafos anteriores, en el presente estudio se plantearon como objetivos lo siguiente:

#### **Objetivo general**

- Demostrar el efecto del compost y tamaño de hoyo sobre el crecimiento inicial de *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho” en suelos degradados.

#### **Objetivos específicos**

- Determinar el efecto del compost sobre el crecimiento inicial de *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho”.
- Determinar el efecto del tamaño de hoyo sobre el crecimiento inicial de *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho”.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. El compost

La práctica del compostaje deriva probablemente del tradicional cúmulo de residuos en el medio rural, que se generaba en las tareas de limpieza y mantenimiento de viviendas e instalaciones. Los desechos de las actividades concerniente a la granja, agropecuarias y domiciliarias se acopiaban por un tiempo a la intemperie con el objetivo de que redujeran su tamaño para luego ser esparcidos empleándolos como abonos (SZTERN y PRAVIA, 1999).

El compostaje se puede definir como una biotécnica donde es posible ejercer un control sobre los procesos de biodegradación de la materia orgánica. La biodegradación es consecuencia de la actividad de los microorganismos que crecen y se reproducen en los materiales orgánicos en descomposición. La consecuencia final de estas actividades vitales es la transformación de los materiales orgánicos originales en otras formas químicas. Los productos finales de esta degradación dependerán de los tipos de metabolismo y de los grupos fisiológicos que hayan intervenido. Es por estas razones, que los controles que se puedan ejercer, siempre estarán enfocados a favorecer el predominio de determinados metabolismos y en consecuencia a determinados grupos fisiológicos (SZTERN y PRAVIA, 1999).

Existe gran cantidad de trabajos de investigación, cuyos resultados demuestran que la aplicación de residuos orgánicos urbanos produce una mejora en el rendimiento agrícola. Así, se ha constatado que los suelos enmendados con lodos residuales mejoran el crecimiento y producción de los cultivos vegetales (GOLABI *et al.*, 2007; LÓPEZ-PINEIRO *et al.*, 2007). Sin embargo, tampoco faltan las excepciones en este mismo sentido. De hecho, aplicaciones continuadas de lodos sobre los suelos de cultivo pueden producir una acumulación de metales pesados a niveles tóxicos para las plantas (SÁNCHEZ-MARTÍN *et al.*, 2007; SINGH & AGRAWAL, 2008). Los usos de abonos orgánicos provenientes de residuos municipales ocasionan la acumulación de metales pesados en los cultivos, y esto puede suponer un riesgo para la salud humana, lo que ha llevado a imponer límites, sobre la cantidad y frecuencia de la aplicación de los lodos sobre los suelos de cultivo. No obstante, algunos estudios han demostrado una reducción del contenido en metales pesados biodisponibles en el suelo mediante la aplicación de enmiendas orgánicas (O'DELL *et al.*, 2007).

Los efectos del uso de compost en suelos degradados lo reporta GARCIA (2012), al utilizar dosis consideradas como baja ( $15 \text{ kg m}^{-2}$  peso seco) y dosis alta ( $25 \text{ kg m}^{-2}$  peso seco). El compost fue aplicado, como un único tratamiento, en los 20 primeros centímetros de suelo, mediante un motocultor, siendo posteriormente monitoreado el suelo a los 4, 8, 12 y 42 meses con la finalidad de poder detectar la influencia sobre los parámetros del suelo con el transcurrir del tiempo. Respecto a los cambios producidos en el contenido de carbono orgánico, macro y micronutrientes, así como las propiedades físicas

del suelo, ambos compost, tanto los procedentes de fuentes separadas en origen (CC), como los procedentes de fuentes no separadas en origen (CM), se muestran efectivos en la mejora de las propiedades físicas y nutricionales del suelo, respecto a las muestras de suelo sin tratar. Tanto a corto como medio plazo, la enmienda de tipo CC, se muestra más efectiva que las de tipo CM, en la mejora de los parámetros nutricionales del suelo, excepto para fósforo y hierro, donde CM, es más eficaz debido a su contenido en lodos de depuradora.

## 2.2. El crecimiento de las plantas

En campo la respuesta predominante de la planta es al nitrógeno y potasio (CARVAJAL, 1984).

La selección de árboles individuales a los 3 o 4 años de edad parece ser ideal para programas de mejoramiento ya que los árboles han alcanzado el 90% de su potencial (basado en observaciones durante 8 años) y las heredabilidades, individuales y por familias, para altura y diámetro están cerca de su pico. Esta especie debe ser plantada en regiones tropicales húmedas bajas (1500 mm precipitación mínimo) con suelos arcillosos a franco arcillosos con un pH de 5.5 - 7.0 (ROSALES *et al.*, 1999).

En San Lorenzo (Paraguay), RIKA *et al.* (2015) evaluaron la influencia del tamaño de maceta y la composición de sustrato sobre la calidad de plantas de *Pongamia pinnata* (L.) Pierre. Aplicaron un esquema factorial 3 x 3, siendo los factores composición de sustrato (S<sub>1</sub>, suelo derivado de basalto;

S<sub>2</sub>, suelo derivado de arenisca y S<sub>3</sub>, suelo hidromórfico) y tamaño de maceta (M<sub>1</sub>, 5 x 12 cm; M<sub>2</sub>, 7 x 15 cm y M<sub>3</sub>, 20 x 25 cm). Los resultados indican que las plantas producidas en macetas de tamaño 7 x 15 cm fueron las de mayor calidad debido a la mejor relación entre peso seco aéreo y radicular. Si bien aquellas producidas en macetas de tamaño 20 x 25 cm arrojaron el índice de calidad de Dickson más elevado, presentaron menor equilibrio entre sistema aéreo y radicular al igual que los tratamientos con maceta de tamaño 5 x 12 cm. No fue verificada la influencia de composición de sustrato.

En Misiones (Argentina), SCHAMNE *et al.* (2008) estudiaron a las especies cedro (*Cedrela fissilis* Vell.), cañafístola (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert), timbó (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong & Britton) y espina corona (*Gleditsia amorphoides* (Griseb.) Taubert), con el objetivo de evaluar la influencia en la viverización de estas especies nativas del empleo de dos tamaños de recipientes en cuanto a desarrollo radicular y aéreo. El ensayo se instaló a través de siembra directa en tubetes de 50 y 250 cm<sup>3</sup>, empleándose como sustrato corteza de pino compostado con el agregado de fertilizante NPK de liberación lenta. El tamaño de tubetes presentó diferencias significativas en las variables altura de tallo y longitud de raíces a 64 días de sembrado, obteniéndose mejor performance en 250 cm<sup>3</sup>. Idéntico resultado fue obtenido en el timbó y cedro en el desarrollo del diámetro del tallo. La variable sobrevivencia no presentó diferencias significativas entre los tratamientos.

En Colombia, SALAZAR-ARIAS (1996) evaluó varios tamaños de bolsas durante seis meses en almácigos y encontró que las de mayor tamaño

(17x23 cm) favorecieron el establecimiento y producción de plantas de café. De manera similar, en Cuba, NÁPOLES *et al.* (1989) encontraron mayor crecimiento aéreo y radical en las bolsas de mayor tamaño, con respuestas más evidentes en la longitud de la raíz, área foliar, y biomasa radical y aérea.

A 25 Km desde la ciudad de Bellavista, región San Martín, CHUNG (2013) determinó la influencia del fertilizante Molimax sobre el crecimiento inicial del diámetro al nivel de la base del tallo de la planta, altura y diámetro de copa en las especies shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins), capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth) y cedro (*Cedrela odorata* L.). Utilizó el diseño en Bloque Completo al Azar (DBCA) con arreglo factorial de la forma 4A x 3B, cuyo factor A (0 g, 40 g, 80 g, y 120 g de fertilizante Molimax) y el factor B (shaina, capirona y cedro); estas combinaciones se aplicaron en hoyos cuyas dimensiones fueron de 20 cm en diámetro y 25 cm en profundidad. A los seis meses la altura fue superior en shaina, el diámetro del fuste y diámetro de copa fue superior en el cedro, no se encontró plagas ni enfermedades en las especies de shaina y capirona mientras que el cedro ha sufrió ataques del barrenador *Hypsiphylia grandella*; la dosis que tuvo mayor efecto principal sobre las variables evaluadas fue el de 120 g del fertilizante Molimax.

### **2.3. El *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho”**

Las bondades y cualidades que muestra esta especie forestal, atrajo el interés de empresarios madereros y agricultores, quienes a partir de las décadas del 70 y 80 del siglo XX, iniciaron las primeras plantaciones y la

introdujeron a sus sistemas de producción, además, se la consideró como una especie promisoría en planes nacionales de reforestación (ESTRADA, 1997).

La especie alcanza un diámetro promedio de 7 – 12 cm en 3 años, y alturas de 6 – 8 m en ese mismo periodo. Reportes de plantaciones en Brasil indican que la especie alcanza 4 m de altura en 1.5 años. En el valle de Chanchamayo (a 900 msnm; 2010 mm precipitación total anual) se observó plantaciones que alcanzan 30 cm de diámetro y 15 m de altura a los 5 años en suelos aluviales (REYNEL *et al.*, 2003).

La especie crece bien en plantaciones monoespecíficas, con espaciamientos desde 3 x 3 m, hasta 10 x 10 o más en combinaciones agroforestales. En Brasil recomiendan un área mínima inicial de 16 m<sup>2</sup> por planta. En plantaciones en la CATIE, Turrialba, Costa Rica, se utilizó un espaciamiento de 4 x 5 m con buenos resultados, pues elimina la necesidad de un primer raleo demasiado pronto, cuando los árboles aún no proporcionan productos comerciales. En estas mismas plantaciones se ha obtenido buena respuesta fertilizando al momento del establecimiento y 6 meses después, usando 50 - 60 g de una fórmula completa (p.ej. 10 - 30 - 10) por árbol, o aplicando fertilizante completo al momento del establecimiento y nitrogenado unos tres meses después (BARRANCE *et al.*, 2003).

En plantaciones establecidas en Turrialba, Costa Rica (bosque húmedo), a espaciamientos de 4 x 5 m, la especie mostró crecimientos iniciales sorprendentes, de hasta 1.8 m tan solo 4 meses después de plantada. En

Honduras, una plantación en Comayagua alcanzó alturas promedio de 3.2 m a los 12 meses de edad. En sitios muy húmedos en Costa Rica, por el contrario, se ha reportado alta mortalidad y crecimiento lento, de tan solo 3.7 m en altura y 4 cm en DAP después de 3 años. Siendo una especie originaria del bosque seco, aparentemente no tolera suelos excesivamente húmedos (BARRANCE *et al.*, 2003).

En Brasil es considerada como de crecimiento rápido, con producciones de 26.9 m<sup>3</sup>/ha/año hasta los 10 años. Algunas plantaciones han alcanzado alturas de 21.5 m y 47 cm en dap a los 20 años de edad. En Argentina, una parcela experimental establecida a 2 x 2 m alcanzó una altura media de 21 m y un dap de 20.4 cm a los 10 años de edad. En Venezuela, el incremento máximo en altura se alcanzó al segundo año (10.5 m), declinando a 0.2 m por año después de cinco años. En un ensayo de procedencias, la productividad a los tres años de edad fue de 34 m<sup>3</sup>/ha/año. A los ocho años la productividad se redujo a 23 m<sup>3</sup>/ha/año. En Ecuador se estima una producción de 375 m<sup>3</sup>/ha en un turno de 18 años (BARRANCE *et al.*, 2003).

#### **2.4. Suelo**

El suelo, es un sistema complejo, que tiene su origen en la parte más superficial de la corteza terrestre, como consecuencia de la interacción entre litósfera, atmósfera, hidrosfera y biósfera. Este sistema es biológicamente activo, y está formado por diversas capas, conocidas como horizontes, resultado de la acción de meteorización de los distintos procesos, tanto físicos,

químicos como biológicos sobre la roca madre. La formación de un suelo maduro, requiere de largos periodos de tiempo, que exceden en mucho al periodo de una generación, por lo que se puede considerar este recurso, como no renovable debido a la escala temporal que necesita para alcanzar un estado clímax (GARCIA, 2012).

Algunas propiedades del suelo, son muy importantes, a la hora de evitar o mitigar la degradación del mismo. Estas características del suelo, se conocen como sensibilidad y resiliencia, y son inherentes a cada tipo de suelo.

La sensibilidad a la degradación, vista como el grado hasta el cual, un suelo experimentará un cambio, debido a diversos factores; naturales, antrópicos o una combinación de estos; mientras que la resiliencia, refiere a la capacidad de un suelo para recuperar su estado previo, ante una perturbación (GARCIA, 2012). BLUM y SANTELICES (1994) lo definieron como “la habilidad de un sistema para retornar después de la alteración a un nuevo equilibrio dinámico”.

#### **2.4.1. Suelo degradado**

El trópico húmedo ha sufrido una deforestación extensa y acelerada a lo largo del siglo XX. A nivel mundial se había estimado que para el año 2000, aproximadamente 850 millones de hectáreas (más de cuatro veces la superficie de México) se encontraban en estado de fragmentación y degradación (OIMT, 2002). El proceso de deforestación suele iniciar con la extracción de madera comercial, a lo que le sigue el desmonte de la selva y la

utilización del terreno por unos pocos años en agricultura de temporal, dedicándolo luego a pastizal permanente (MASERA, 1996; VÁSQUEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 1992).

Para LÓPEZ-BERMÚDEZ (2006), la degradación es un problema multidisciplinar y multicausal que generalmente esconde un conjunto de procesos interrelacionados (físicos, químicos, etc.) que se manifiestan a diferentes niveles de resolución, tanto espacial como temporal. En caso de GONZÁLEZ-QUIÑONES (2006), refiere a la alteración del equilibrio existente entre sus constituyentes debido a los cambios experimentados en sus propiedades físicas, químicas, biológicas o bioquímicas, que conducen a la pérdida o disminución de su fertilidad y que disminuye la capacidad actual o futura del suelo para generar, en términos de calidad y cantidad, bienes o servicios”.

Las principales características físicas que influyen sobre la estructura del suelo son la profundidad del espacio enraizable, el régimen de humedad (capacidad de agua útil, drenaje) y del aire (macroporosidad). Estas últimas propiedades, en iguales condiciones climáticas, son las principales causantes del cambio en la composición de la vegetación agroforestal (LAL, 2000), y junto con la actividad antropogénica provocan el surgimiento de procesos de degradación de las propiedades de los suelos (OLDEMAN *et al.*, 1990; KUMAR y KAFLE, 2009). Estos procesos tienen lugar principalmente en las propiedades, como son: la materia orgánica (MO), densidad aparente ( $D_a$ ), porosidad total (Pt), la capacidad de campo (CC) y la humedad (MURRAY *et*

*al.*, 2011). La deforestación es notoria en la provincia de Leoncio Prado y no es ajeno la comunidad de San Pedro de Carpish, que se encuentra ubicada aproximadamente a 50 km de Tingo María. En 1961 existían más de 250 especies de orquídeas, a la fecha solo existen alrededor de 30 especies. Las cifras de deforestación en este bosque son alarmantes; al deforestar esta zona, no solo se pierde la biodiversidad, sino también se afecta al transporte ya que los deslizamientos y pérdidas de suelos se incrementan por la poca cobertura con la que cuentan las laderas de los cerros colindantes a la carretera central (INFOREGIÓN, 2010a).

La deforestación se incrementa en el distrito Rupa Rupa, se encuentra en un notable incremento, situación que se torna cada vez más preocupante, lo que afecta seriamente el clima en la zona. El panorama es bastante preocupante porque la deforestación avanza inconteniblemente en las cuencas de los ríos Monzón, Huallaga, Tulumayo, Pendencia y Aucayacu; así como en las zonas de Santa Cruz y Tocache, en San Martín; y en Aguaytía y Pucallpa, en Ucayali (INFOREGIÓN, 2010b).

En la región Huánuco se viene luchando contra la deforestación ya que la conservación y recuperación de bosques de la zona andina y amazónica de la región Huánuco fue declarado de interés regional, según indica la Ordenanza Regional N° 078-2017-GRHCO, publicada en el diario oficial El Peruano. Esta ordenanza obedece, entre otros puntos, a la necesidad de prevenir el incremento de la deforestación, problema fundamental de la Amazonía peruana. Además, se recalca que entre los años 2001 y 2016, la

deforestación ha ido en aumento, desde 83,995 hasta 163,075 hectáreas, es decir, en un periodo de 15 años se deforestaron 79,080 hectáreas en la región Huánuco (EL COMERCIO, 2017).

#### **2.4.2. Recuperación de suelos mediante plantaciones**

Cuando se realiza plantaciones de especies arbóreas en pastizales se observa que la competencia de los pastos afecta de manera negativa al crecimiento de la vegetación establecida (HOOPER *et al.*, 2005), esta interacción biótica puede atribuirse a la interferencia lumínica y/o a la competencia por los recursos a nivel de las raíces (HUANTE *et al.*, 1998).

En el caserío Supte San Jorge de la región Huánuco, ORIZANO (2014) realizó un estudio con el objetivo de determinar el crecimiento de la guaba (*Inga edulis* Mart.) con la aplicación de una mezcla de hojarasca y abonos en un suelo degradado (ex cocal). Los estiércoles fueron aplicados al momento del establecimiento en hoyos con 25 cm profundidad y dimensiones de 20 cm x 20 cm, siendo el T<sub>1</sub> (50% hojarasca + 50% suelo), T<sub>2</sub> (25% hojarasca + 25% gallinaza + 50% suelo), T<sub>3</sub> (25% hojarasca + 25% vacaza + 50% suelo), T<sub>4</sub> (25% hojarasca + 25% chanchaza + 50% suelo) y T<sub>5</sub> (25% hojarasca + 25% cuyaza + 50% suelo). A los 12 meses se encontró que la altura total, el diámetro del tallo, diámetro de copa y biomasa aportada al suelo en las plantas de *I. edulis* fue superior en el T<sub>2</sub>.

En el caserío Supte San Jorge de la región Huánuco – Perú, VELA (2009) sembró guaba (*Inga edulis* Mart.) en suelos degradados en donde

removió el suelo a diferentes profundidades (10, 20, 30, 40 y 50 cm aproximadamente) con un cuadrante de 30 x 30 cm e incorporó biomasa vegetal. A tres meses encontró que el mayor desarrollo en diámetro se obtuvo con los tratamientos T<sub>3</sub> (hoyos con 30 cm de profundidad e incorporación de biomasa vegetal) y T<sub>2</sub> (hoyos con 20 cm de profundidad e incorporación de biomasa vegetal), alcanzando en la evaluación final 0.47 cm y 0.43 cm respectivamente. Mayores incrementos en altura obtuvieron el T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, (18.98 cm y 18.77 cm), el área foliar fue superior en T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub> (558.64 y 465.97 cm<sup>2</sup> respectivamente), la biomasa resaltó en T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub> (11.18 y 10.16 g/planta respectivamente) y el mayor volumen radicular se dio en T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub> (9.13 y 8.56 cm<sup>3</sup> respectivamente).

## **2.5. Plantaciones forestales**

La superioridad de las plantaciones sobre los bosques naturales se debe principalmente a su mayor productividad de madera comercial. Las ventajas de las plantaciones son más evidentes donde la regeneración natural es pobre, los árboles nativos son de utilidad limitada y es ahí que las diferencias en las tasas del crecimiento arbóreo son pronunciadas (WADSWORTH, 2000).

Además, las plantaciones sirven también para rehabilitar terrenos deforestados. Existe una creciente presión para el reemplazo de bosques naturales, los que el público percibe como selvas, que contrastan desfavorablemente con la agricultura, cuya demanda aumenta y produce

mayores rendimientos económicos. La regeneración natural, aún donde es adecuada, podría solo producir leña en vez de madera industrial. A excepción de donde los combustibles son extremadamente escasos, esta expectativa condena a los bosques naturalmente regenerados a producir rendimientos de bajo valor económico. Las plantaciones exitosas, por otro lado, ofrecen una mayor certeza en cuanto a la composición, calidad, rendimiento y fecha de la próxima cosecha (WADSWORTH, 2000).

El creciente interés por el establecimiento de plantaciones forestales con especies de rápido crecimiento entre los sistemas de producción predominantes del Trópico Húmedo Ecuatoriano (THE), ha motivado el manejo intensivo de rodales puros de varias especies nativas e introducidas, entre las que se destaca *Schizolobium parahybum* Vell Blake (pachaco). *S. parahybum* es un árbol que pertenece a la familia Fabaceae, originario de la cuenca amazónica, sobresale por ser muy vistoso, de fuste recto sin ramas y que en su parte superior tiene grandes racimos alargados de hojas (ROSALES *et al.*, 1999).

### **2.5.1. Preparación del suelo**

Esta actividad consiste en modificar la capa superficial del suelo para mejorar sus condiciones físicas, lo que permite facilitar el establecimiento de las plantas (INSTITUTO FORESTAL, 2006).

Los hoyos cumplen el rol de albergar a las plantas, proporcionándoles las condiciones óptimas respecto al espacio, la humedad y

la estructura del suelo para instalarse y poder desarrollarse sin problemas (FONAM, 2007). Entre los beneficios que un buen hoyo da a la planta se tiene los siguientes:

- Permite el buen desarrollo del sistema radicular (hoyo de buen tamaño, tierra bien removida).
- Facilita la circulación del agua hacia el suelo.
- Favorece la retención del agua, y en mayor cantidad si se aplica materia orgánica.
- Mejora la aireación del suelo.
- Favorece la actividad biológica (microorganismos).
- Reduce la erosión del suelo.

La importancia de la preparación del sitio, cuando se planta un árbol fuera de su ámbito natural, depende de las técnicas de establecimiento que influirán en la tasa de crecimiento inicial más que la calidad del sitio; en caso que la precipitación sea un factor limitante, es posible que se necesite una preparación completa del sitio, incluso arado, barbecho y rastrillado, registrándose mayor crecimiento de las plantas en periodos de siete años. En suelos no bien preparados la necesidad principal es por el fósforo, pero la demanda por nitrógeno aumenta, es por ello que en lugares como la cuenca inferior del Orinoco en Venezuela, la preparación del sitio constituye más de un cuarto del costo de establecimiento de la plantación (WADSWORTH, 2000).

La preparación del suelo y la excavación de hoyos se puede hacer meses antes para acortar el período de plantación en zonas estériles donde el tamaño puede ser 50 cm x 50 cm dejó el suelo expuesto durante un mes para aprovechar los períodos cortos de humedad, luego se devuelve al hoyo y se planta. En caso del tamaño, el peligro es que, con el afán de minimizar el trabajo, se abra un hoyo demasiado pequeño por lo que las raíces quedan apiñadas cuando se tapa el hoyo. Además, se recomienda que el mejor momento para fertilizar es cuando se planta. El fertilizante se debe colocar en el fondo del hoyo, fuera del alcance de las raíces de las malezas. Es deseable mezclar el fertilizante con una pequeña cantidad de tierra para evitar que las raíces del árbol se “quemen”. El fertilizante inorgánico mixto en el fondo del hoyo en el momento del plantado, generalmente acelera el crecimiento inicial en altura (WADSWORTH, 2000).

Para definir adecuada y suficientemente una preparación del suelo es necesario referirse a cuatro criterios de clasificación que suministran cuatro atributos simultáneos (SERRADA, 2000), siendo estos los siguientes:

- El primer criterio se refiere a la extensión superficial afectada por la preparación. Los tipos de preparación que se definen en función de ella son: puntual; lineal y ha hecho (todo el terreno).
- El segundo criterio está relacionado con la acción sobre el perfil del tipo de preparación. Los tipos que se definen en función de ella son: con inversión de horizontes y sin inversión de horizontes (preparaciones puntuales).

- El tercer criterio se refiere a la forma de ejecución de la preparación. Distinguiremos dos tipos: manual y mecanizada.
- El cuarto criterio es la profundidad que alcanza la preparación del suelo. Se valora en tres tipos: profundidad baja cuando alcanza entre 0 y 20 cm; media entre 20 y 40 cm; y alta entre 40 y 60 cm, aunque algunos procedimientos pueden superar esta profundidad.

Los factores a considerar para decidir sobre la profundidad que debe alcanzar la preparación del suelo en la repoblación son: “método de repoblación”, en las siembras es suficiente con profundidades medias y bajas; “calidad del perfil”, los suelos buenos no necesitan altas profundidades; “tipo de planta”, según la longitud del sistema radical la profundidad de la preparación variará, siendo ésta al menos 10 cm más con planta a raíz desnuda que utilizando planta en envase; “régimen hídrico de la estación”, donde no haya sequía estival la profundidad podrá ser menor (SERRADA, 2000).

### **2.5.2. Ahoyado manual**

Los hoyos realizados manualmente son cavidades con dimensiones alrededor de 40 x 40 x 40 cm en los que la dimensión que debe ser más controlada es la profundidad.

Herramientas. - Azada, pico, zapapico y pala. Cuanto más duro sea el terreno, más estrecha será la boca de la herramienta y mayor su peso.

Método operativo. - Se realiza un marcado previo a marco real o tresbolillo, que puede obviarse si se han hecho casillas de desbroce. Se forman cuadrillas de 15 a 25 trabajadores que avanzan en línea de máxima pendiente y de arriba hacia abajo, o en curva de nivel, abriendo los hoyos en los que lo más habitual es dejarlos abiertos con la tierra extraída aguas abajo. Se trabaja cuando el terreno tiene buen tempero y sin heladas. El relleno de hoyo se hace a la vez que la plantación (SERRADA, 2000).

El hoyo se vuelve a tapar inmediatamente en climas muy secos donde se puede desecar la zona profunda del perfil si permanecen abiertos largo tiempo. El tapado también se puede realizar cavando en la zona aguas arriba del hoyo, con lo que se amplía la superficie desbrozada por arranque.

Condiciones de aplicación y efectos. - Es un procedimiento puntual, con inversión muy parcial de los horizontes, manual y de profundidad media. Su efecto hidrológico es muy limitado contribuyendo en poca medida a la reducción de la escorrentía. Al ser un procedimiento muy caro, la densidad de plantación deberá ser baja cuando se emplea. No tiene limitaciones ni por la pendiente, ni por la pedregosidad del perfil, ni por la superficial, ni por los afloramientos rocosos. Su efecto paisajístico es muy reducido, por lo que es el más empleado en repoblaciones ornamentales. Por el escaso mullido que hace en el suelo es recomendable, cuando se utiliza, emplear planta en envase para disminuir las marras. Es muy discutible su efecto social, pues aunque da mucho empleo, resulta un trabajo muy penoso (SERRADA, 2000).

Rendimiento. - Es muy variable con la pendiente, la dureza del suelo y la habilidad del operario. Es una tarea que tradicionalmente se ha contratado a destajo. Los rendimientos oscilan entre 50 y 38 hoyos/jornal, lo que para una densidad de 1500 hoyos/ha, requiere un empleo de 30 a 39 jornales/ha. Antiguamente, en ejecuciones a destajo, se obtenían rendimientos de 100 hoyos/jornal.

En Chiapas se realizó estudios sobre recuperación de suelos donde anteriormente fueron pastizales con 23 años de uso, ROMÁN *et al.* (2007) establecieron seis especies forestales donde incluía a *Schizolobium parahyba*, en dicho experimento contaron con la ayuda de cavadores para hacer perforaciones cuyas dimensiones fueron 30 cm x 30 cm x 30 cm, el cual facilitó la aplicación de la fertilización inicial (N-P-K = 20-30-10) en dosis de 60 gramos por hoyo; además reportó que la mortalidad de incrementó cuando en la parcela se aplicó deshierbe en comparación a los que no fueron deshierbados.

FONAM (2007) recomienda hacer hoyos grandes: el hoyo debe de ser 2 veces más ancho y 2 veces más hondos que la bolsa (en el caso de plantación en bolsas), sobre todo en suelos con pasturas donde el paso del ganado lo compacta. Las dimensiones promedio de los hoyos son: 40 cm x 40 cm x 40 cm.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

La parcela experimental se estableció en un predio particular perteneciente a la Sra. Janet Mary Espíritu Salas, identificado con documento de identidad N° 23017592, de un área de una (01) hectárea de extensión.

Políticamente el lugar pertenece al caserío de Sausal, distrito de Padre Felipe Luyando “Naranjillo”, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco. Geográficamente se encuentra ubicada en las coordenadas UTM (WGS 84 18L) a 392 563 Este y 8 978 652 Norte a una altitud de 767 msnm.

La parcela con pendiente de 12 % sometida a experimento, anteriormente se realizaron las actividades tradicionales de tala y quema para el cultivo de coca por un periodo de “25” años a la fecha ha transcurrido “20” años de haberse erradicado el cultivo de coca, encontrándose vegetación catalogadas como colonizadoras (VALOIS y MARTÍNEZ, 2017), predominando *Andropogon bicornis* “rabo de zorro”, *Pteridium aquilinum* “la macorilla”, *Piper* sp “matico”, *Cyperus esculentus* L. “juncia”, *Uncinia tenuis* “cortadera”, *Clidemia capitellata* (Bonpl.) D. Don “miconia pequeña” y otros.

Un primer análisis de la muestra de suelo otorgó información respecto a sus propiedades físicas y químicas, de textura Franco Arcillo

Limoso, pH fuertemente ácido, muy bajo contenido de nitrógeno, muy bajo nivel de fósforo y bajo nivel de potasio disponible con 29.99 ppm (Anexo).

### **3.2. Materiales y equipos**

#### **3.2.1. Material biológico o unidad de estudio**

Plantones de *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho” que fueron producidos en bolsas de polietileno con dimensiones de 4” x 7”. Con una edad de tres meses al momento de ser llevados a campo, a partir de ahí siendo evaluados por 6 meses.

Estos plantones pertenecieron al proyecto “Recuperación de suelos degradados mediante la reforestación en 30 comunidades en el distrito de Luyando”, ejecutado en el periodo 2017 – 2019.

#### **3.2.2. Materiales, herramientas e insumos**

Se consideró el machete, vernier mecánico, wincha de 5 metros y 50 m, abono orgánico compost elaborado por la empresa AGROCIVA E.I.R.L. y un panel informativo. Además, se consideró el uso del barretón modelo HBARR0103 de 31 cm x 10 cm, herramienta forjada en una sola pieza de acero de alto carbono, pala jardinera de punta marca “Herragro” de 375 mm x 156 mm y balanza de colgar pequeña marca “Ludepa” cuya capacidad de 5 kg.

#### **3.2.3. Equipos**

Para realizar las actividades de mantenimiento de la parcela experimental se utilizó la desbrozadora Husqvarna modelo 555FRM, se

consideró el uso de la cámara fotográfica, el receptor GPS y un computador portátil.

### **3.3. Generalidades de la investigación**

#### **3.3.1. Diseño y nivel de estudio**

El estudio pertenece al experimento puro, debido a una manipulación deliberada de la variable independiente (dosis y tamaño de hoyos) y presenta un grupo control.

Es de nivel explicativo porque se explica la relación causa – efecto entre la variable independiente y la dependiente.

Es de alcance comparativo – explicativo, debido a que se realizó una comparación de calidad de crecimiento de las plantas de *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho” en las diferentes combinaciones generadas.

Es probabilístico debido a que se aplica un diseño al azar para obtener datos representativos.

#### **3.3.2. Combinaciones**

Debido a que en el presente estudio se consideró realizar pruebas con dos factores en estudio (compost y tamaño de hoyos), se generaron combinaciones (BENITEZ *et al.*, 2010) y/o tratamientos al unir los niveles de cada factor en estudio, siendo estos:

#### Factor A: Compost

- $a_1 = 0.0$  kg de compost por planta.
- $a_2 = 1.0$  kg de compost por planta.
- $a_3 = 2.0$  kg de compost por planta.

#### Factor B: Tamaño del hoyo

- $b_1 = 20 \times 20 \times 20$  cm.
- $b_2 = 30 \times 30 \times 30$  cm.

Las combinaciones generadas estuvieron constituidas por:

- $T_1$ : planta sin compost en hoyos de  $20 \times 20 \times 20$  cm.
- $T_2$ : planta sin compost en hoyos de  $30 \times 30 \times 30$  cm.
- $T_3$ : planta con 1.0 kg de compost en hoyos  $20 \times 20 \times 20$  cm.
- $T_4$ : planta con 1.0 kg de compost en hoyos  $30 \times 30 \times 30$  cm.
- $T_5$ : planta con 2.0 kg de compost en hoyos  $20 \times 20 \times 20$  cm.
- $T_6$ : planta con 2.0 kg de compost en hoyos  $30 \times 30 \times 30$  cm.

### **3.3.3. Diseño del experimento**

La parcela experimental que se estableció estuvo representado mediante un diseño en bloque completo al azar (DBCA) con arreglo factorial de la forma  $3A \times 2B$ , dicha parcela presentó las siguientes características:

- Número de bloques : 03
- Número de combinaciones : 06
- Cantidad de unidades experimentales : 18
- Plantas por unidad experimental : 04
- Cantidad de plantas en el experimento : 72

Con la finalidad de obtener la aleatoriedad de los tratamientos en la parcela experimental se elaboró una tabla de números aleatorios (Cuadro 8 del anexo) con los códigos de las combinaciones en estudio y la cantidad de bloques que se consideró para el estudio. Con el uso de la tabla de números aleatorios mencionado en el párrafo anterior, se realizó la distribución aleatoria de las combinaciones en estudio. Además, la ubicación de los bloques se realizó en base a la pendiente del terreno (Figura 1).

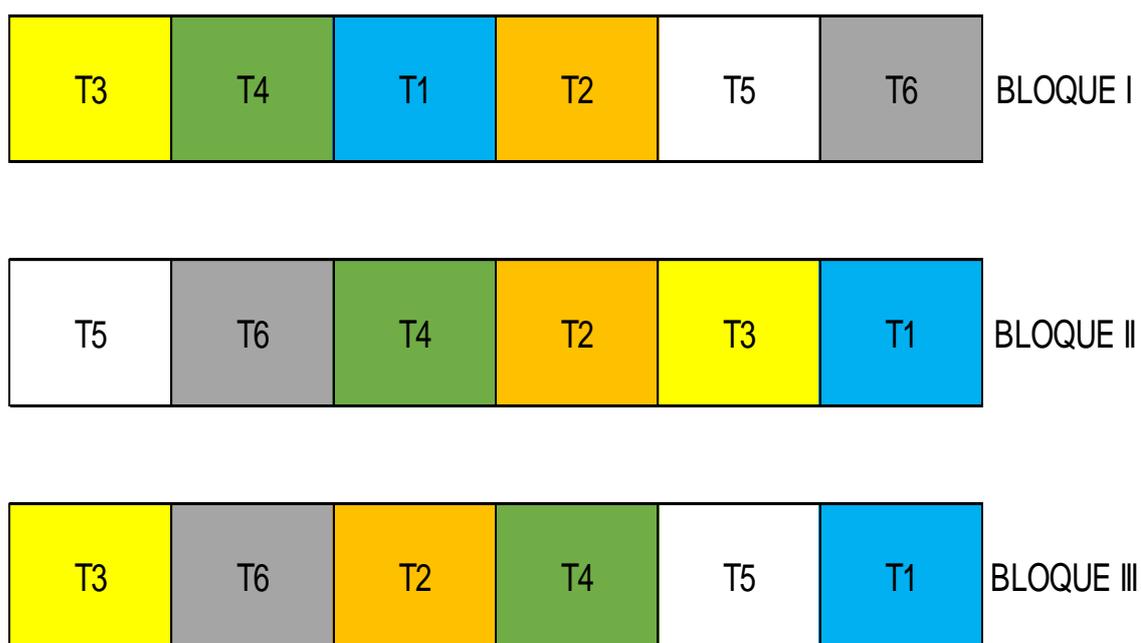


Figura 1. Distribución de las combinaciones en la parcela experimental.

### 3.3.4. Modelo aditivo lineal

El modelo matemático que expresó el comportamiento o efecto de crecimiento inicial de la especie forestal, estuvo expresado por el modelo matemático de la forma:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + \alpha_j + \beta_k + \alpha\beta_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Siendo:

$Y_{ijk}$  : Efecto aleatorio o dependiente

$\mu$  : Media poblacional

$B_i$  : Efecto del factor bloque

$\alpha_j$  : Efecto del factor A (compost)

$\beta_k$  : Efecto del factor B (tamaño de hoyo)

$\alpha\beta_{jk}$  : Efecto de la interacción entre los factores Ax B

$\varepsilon_{ijk}$  : Efecto aleatorio

### 3.3.5. Esquema del ANVA

La contrastación de la hipótesis se realizó para las siguientes fuentes de variaciones:

- Bloque.
- Factor A (dosis de compost).

- Factor B (tamaño del hoyo).
- Interacción de A x B.
- Error experimental.

### **3.3.6. Variables en estudio**

#### **3.3.6.1. Variables dependiente**

Se consideró como variable dependiente al crecimiento de la planta, en donde los indicadores considerados fueron:

- Diámetro del tallo.
- Altura de la planta

#### **3.3.6.2. Variables independientes**

Se consideró a los dos factores en estudio, siendo estos los siguientes:

- Dosis de compost, donde se consideró a sus niveles:
  - 0.0 kg
  - 1.0 kg
  - 2.0 kg.
- Tamaño del hoyo, conteniendo como niveles a:
  - 20 x 20 x 20 cm
  - 30 x 30 x 30 cm.

### **3.4. Metodología o técnica de recolección de datos**

#### **3.4.1. Planificación**

Se realizó las coordinaciones entre la propietaria del terreno y la obtención de los plántones forestales. Además, se desarrolló toda la logística respecto a la obtención de los materiales, equipos y presupuesto para el desarrollo adecuado de la presente investigación.

#### **3.4.2. Fase de campo**

##### **3.4.2.1. Establecimiento de la parcela experimental**

Como primera actividad se consideró la limpieza general del terreno, para ello se utilizó el machete, cortando toda la vegetación que pudiera ser competidora para la especie en estudio; además, esta actividad facilitó la ejecución de las labores posteriores referido al establecimiento.

Acto seguido, se realizó la delimitación del terreno y la demarcación de los puntos donde se ubicaron cada plánton teniendo en consideración el distanciamiento entre plantas (5 m) y la cantidad de las mismas, en esta actividad se utilizó la wincha de 50 m y en cada punto definido se colocó un jalón cuya dimensión fue de 1.0 m y que fue extraído del costado de la parcela debido a que en la parcela solo existía, en su mayoría gramínea, no se pudo encontrar jalón alguno. El transporte de los plántones se realizó en dos etapas, en la primera se utilizó un vehículo motorizado para el transporte

hasta donde había ingreso de carretera, en adelante se ha tenido que cargar las jabas de madera cuya capacidad fue de 24 plántones aproximadamente y el carguío perduró por un periodo de 30 minutos hasta el punto donde se encontraba la parcela a establecer. Una vez en la parcela, se procedió a distribuir los plántones a una distancia aproximada de 20 cm al costado de cada jalón para evitar cortarlos o pisarlos.

Luego se realizó un plateo en el punto señalado por el jalón, para después aperturado los hoyos, esta actividad se realizó considerando la distribución de las combinaciones respecto al tamaño de los hoyos.

Una vez realizado los hoyos con las dimensiones considerados en la investigación se procedió a la aplicación del compost, en sus respectivas cantidades, previamente mezclado con la tierra extraída al momento de aperturar los hoyos. Los plántones fueron colocados en los hoyos a los cuatro días posteriores a la aplicación del compost para evitar posible quema a las raíces. La distribución de los plántones en la parcela se realizó cada 5mx5 m con un sistema de siembra en tres bolillos.

Culminando esta actividad se consideró la colocación del panel informativo en la parcela experimental con información referida a la tesis, el nombre del ejecutor, duración de la tesis, nombre del asesor, entre otros.

#### **3.4.2.2. Manejo de la parcela experimental**

Se realizó actividades de limpieza utilizando desbrozadora por no presentar mucha vegetación alta, en su mayoría fueron gramíneas; las

actividades de limpieza se realizaron mensualmente. Otra de las actividades que se consideró consistió en aplicar en tres oportunidades un insecticida de amplio espectro de acción rápida y largo efecto residual denominado Stermin 600 SL (dos tapas que fueron 40 cc/ 10 litros de agua en una mochila de fumigar), para esto se tuvo en cuenta la presencia o ausencia del ataque de insectos al tallo y las hojas.

### **3.4.2.3. Evaluaciones registradas**

En la mayoría de las variables se realizó dos evaluaciones, la primera que se realizó al día siguiente del establecimiento (evaluación inicial o línea base), mientras que la segunda se realizó a los seis meses posteriores de la primera evaluación (evaluación final), dichas evaluaciones se realizaron con la finalidad de buscar causalidad en el experimento (diferencia entre evaluación final menos la evaluación inicial).

Entre las variables cuantitativas correspondiente a *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho” se consideró:

#### **Diámetro del tallo**

Variable conocida con la abreviación de DAC, se realizó la medición del diámetro de tallo a una altura de 10 cm sobre el suelo y la unidad de medida fue expresada en centímetros. Para obtener el valor diametral del tallo, se utilizó el vernier mecánico con precisión a centésimas y para no errar en evaluaciones entre cada individuo, se consideró la orientación de la medición hacia el norte.

### **Altura de la planta**

Se realizó la recolección de datos de esta variable, teniendo en consideración la medición desde la base de la planta hasta la yema apical de la misma y la unidad de medida empleada fue en centímetros y el instrumento utilizado fue una wincha de 5 m.

#### **3.4.3. Fase de gabinete**

Los datos obtenidos en la fase de campo se sometieron a la tabulación de las mismas en el software Microsoft Excel 2016. seguidamente se procedió a realizar el respectivo análisis estadístico en el programa estadístico SPSS versión 23, respecto al análisis de los datos, se realizó la contrastación de las hipótesis planteadas respecto a cada variable en el estudio, las cuales presentaron la expresión matemática siguiente:

$$H_0: \mu_{T0} = \mu_{T1} = \mu_{T2} = \mu_{T3} = \mu_{T4} = \mu_{T5} = \mu_{T6}$$

$H_1: \mu_{T0} \neq \mu_{T1} \neq \mu_{T2} \neq \mu_{T3} \neq \mu_{T4} \neq \mu_{T5} \neq \mu_{T6}$  ; o al menos el efecto de una combinación es diferente.

En caso de contrastar la interacción estadística significativa, se procedió a realizar el análisis de los efectos simples correspondientes a cada nivel del factor A en el factor B y de cada nivel del factor B en el factor A; mientras que para comparación de promedios se aplicó la comparación de promedios de Duncan a un nivel de confianza del 95%.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Efecto del compost y tamaño de hoyo sobre el crecimiento inicial del *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho “en suelos degradados

#### 4.1.1. Incremento diametral

La distribución de los bloques en el terreno definitivo no repercutió de manera significativa sobre el incremento del diámetro de tallo debido a que para aceptar dicho enunciado se obtuvo un error de 29.3% que fue muy superior al 5% de error planteado para el estudio; en caso de haber utilizado diferentes niveles de compost, se observó diferencias estadísticas significativas respecto a la variable en mención, pero en caso de el tamaño de los hoyos utilizados en durante el establecimiento no se reportó diferencias estadísticas entre sus niveles utilizados (Cuadro 1).

Además, se reporta interacción estadística significativa entre los niveles de cada factor en estudio, de los cuales se registró mayor incremento diametral en la combinación tamaño de hoyo 30 cm x 30 cm x 30 cm combinada con una cantidad de compost igual a 2.0 kg que obtuvo una media de 0.40 cm superando a todas las combinaciones en estudio (Cuadro 1 y Figura 2).

Cuadro 1. ANVA para el incremento diametral de tallo del *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho” por efecto del compost y el tamaño del hoyo.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	P-valor
Bloque	2	0.008	0.004	1.392	0.293 <sup>ns</sup>
Factor A	2	0.117	0.058	20.636	<0.001*
Factor B	1	0.0099	0.0099	3.508	0.091 <sup>ns</sup>
Factor A * Factor B	2	0.048	0.024	8.429	0.007*
Error	10	0.028	0.0030		
Total	17	0.211			

CV: 27.29%. \*: Existen diferencias estadísticas. ns: no presenta diferencias estadísticas.

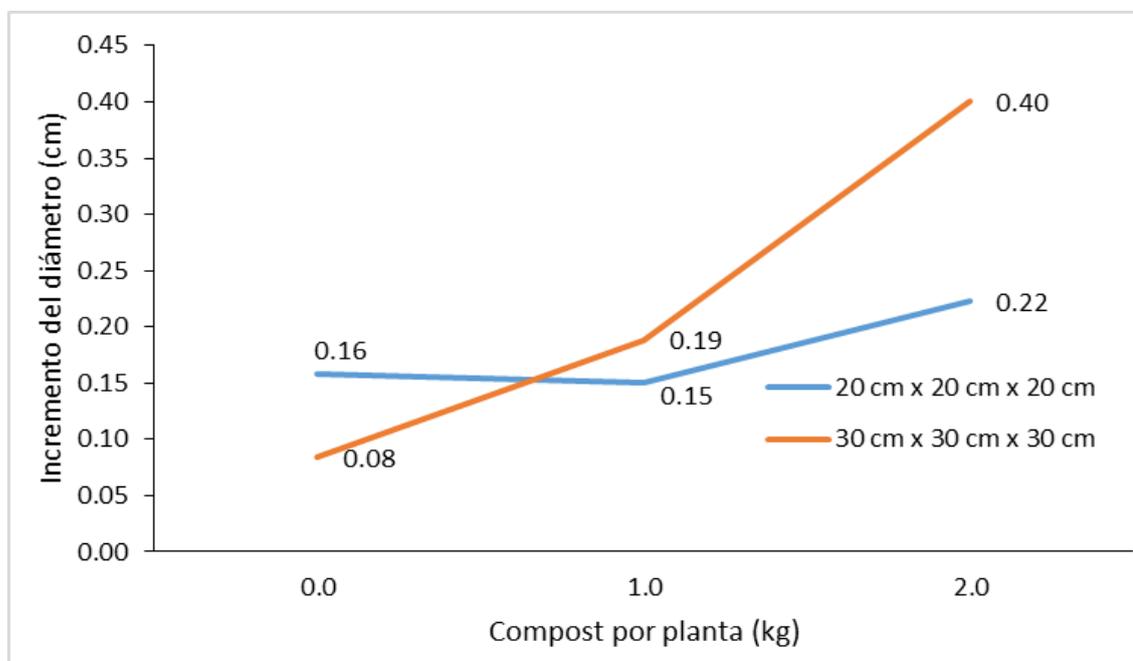


Figura 2. Interacción del compost y el tamaño del hoyo sobre el incremento diametral de tallo.

#### 4.1.2. Incremento en altura

En el análisis de la varianza (ANVA) se demuestra que los bloques establecidos en terreno definitivo no repercutieron de manera significativa sobre el incremento en la altura, mientras que en caso del factor compost (A) se obtuvo que sus niveles mostraron significancia estadística, pero para el factor tamaño de hoyo no se obtuvo significancia alguna por obtener un p-valor de 0.716, al analizar la interacción entre los dos factores en estudio se obtuvo significancia estadística respecto a la variable en mención con la cual se demuestra los niveles del factor A presentan comportamientos muy diferentes en el factor B (Cuadro 2).

Cuadro 2. ANVA para el incremento de la altura de tallo del *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho” por efecto del compost y el tamaño del hoyo.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	P-valor
Bloque	2	60.100	30.050	3.128	0.088 <sup>ns</sup>
Factor A	2	503.117	251.559	26.186	<0.001*
Factor B	1	1.3475	1.3475	0.140	0.716 <sup>ns</sup>
Factor A * Factor B	2	119.670	59.835	6.229	0.018*
Error	10	96.065	9.6070		
Total	17	780.300			

CV: 35.13%. \*: Existen diferencias estadísticas. ns: no presenta diferencias estadísticas.

La interacción reportada se plasma en la Figura 3, en donde el nivel 30 cm x 30 cm x 30 perteneciente al tamaño del hoyo (Factor B) obtuvo promedios de incremento respecto a la altura muy diferentes en cada nivel del compost (factor A), siendo notorio que en dicho tamaño de hoyo al no utilizar compost se incrementó a 1.09 cm, mientras que al utilizar 2.0 kg de compost con el mismo tamaño de hoyo se obtuvo una media de 19.78 cm.

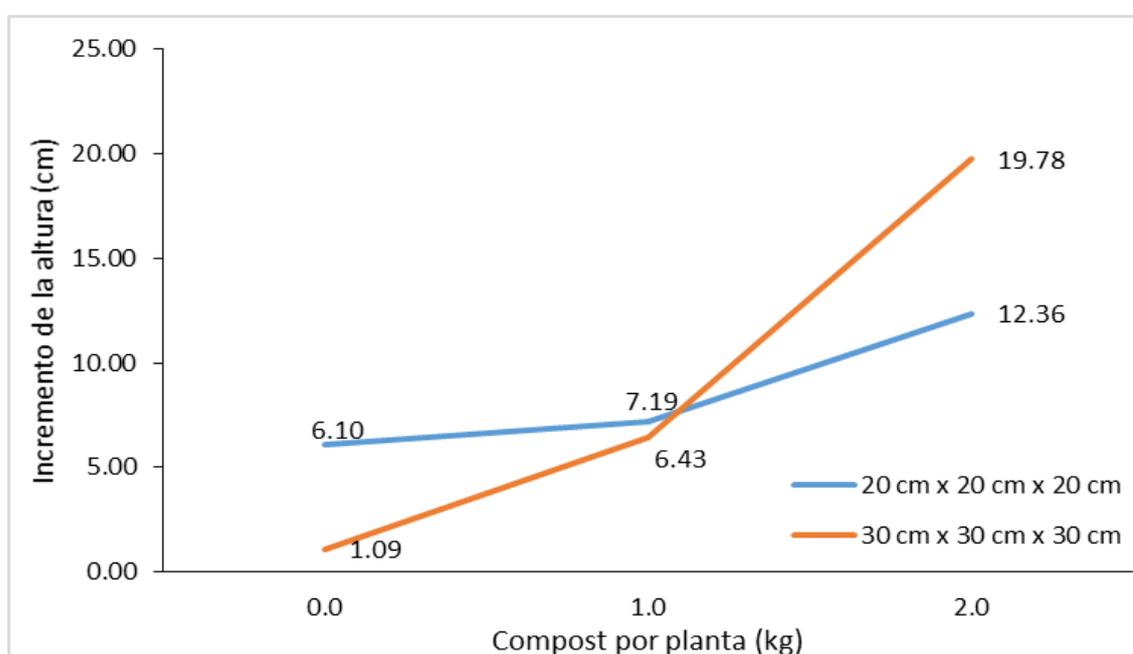


Figura 3. Interacción del compost y el tamaño del hoyo sobre el incremento de la altura.

## 4.2. Efecto del compost sobre el crecimiento inicial del *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho”

### 4.2.1. El compost sobre el diámetro del tallo

En caso del análisis para los efectos del factor compost (factor A) se reporta que los promedios fueron muy similares durante el establecimiento

en donde no superaban los 0.34 cm de diámetro del tallo, pasado los seis meses de establecido se tiene que al no utilizar dosis de compost alguna se alcanzó una media de 0.45 cm, que fue inferior a 0.49 cm que se logró al aplicar 1.0 kg y 0.65 en caso de aplicar 2.0 kg de dicho producto por cada plantón establecido (Cuadro 3 y Figura 4).

Cuadro 3. Efecto del compost sobre el diámetro del tallo del *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho”

Compost/planta (kg)	N	Diámetro inicial (cm)	Diámetro final (cm)	Incr.	Sig.
0.0	6	0.33	0.45	0.12	B
1.0	6	0.32	0.49	0.17	B
2.0	6	0.34	0.65	0.31	A

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

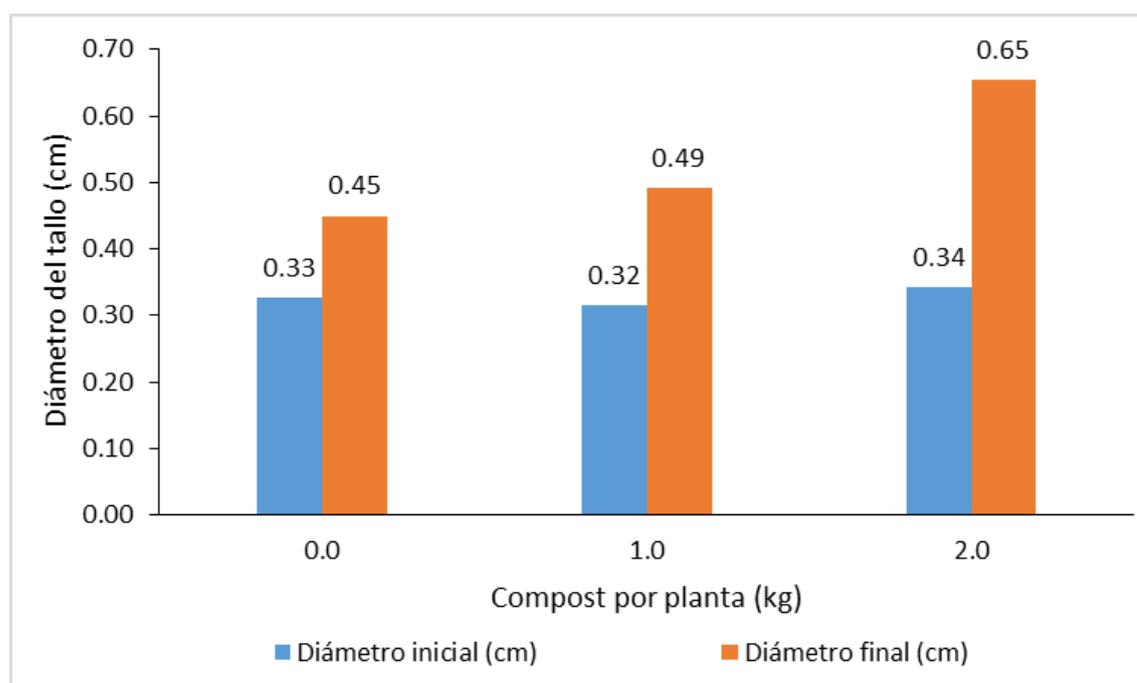


Figura 4. Efecto del compost sobre el diámetro del tallo.

#### 4.2.2. El compost sobre la altura

Considerando el efecto de la aplicación de abono orgánico compost sobre el crecimiento en la altura de *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke establecidos en suelos degradados se registró que al momento del establecimiento hubo promedios que oscilaban entre 24.18 perteneciente al nivel 1.0 kg hasta 27.34 cm reportados para el nivel 2.0 kg, estos se incrementaron hasta dimensiones promedios de 29.35 cm en caso de no utilizar dosis alguna, seguido de 30.99 cm para los plantones que recibieron 1.0 kg de dicho abono y 43.40 cm que fue el mayor valor registrado al utilizar 2.0 kg de compost (Cuadro 4 y Figura 5).

En caso del análisis de los incrementos se tiene que, mediante la prueba de comparación de medias de Duncan, el mayor promedio respecto al incremento de la altura se observó en los plantones que fueron abonados con 2.0 kg, superando a los demás niveles de dicho factor (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto del compost sobre la altura del *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho”.

Compost/planta (kg)	N	Altura inicial (cm)	Altura final (cm)	Incremento	Sig.
0.0	6	25.75	29.35	3.60	b
1.0	6	24.18	30.99	6.81	b
2.0	6	27.34	43.40	16.07	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

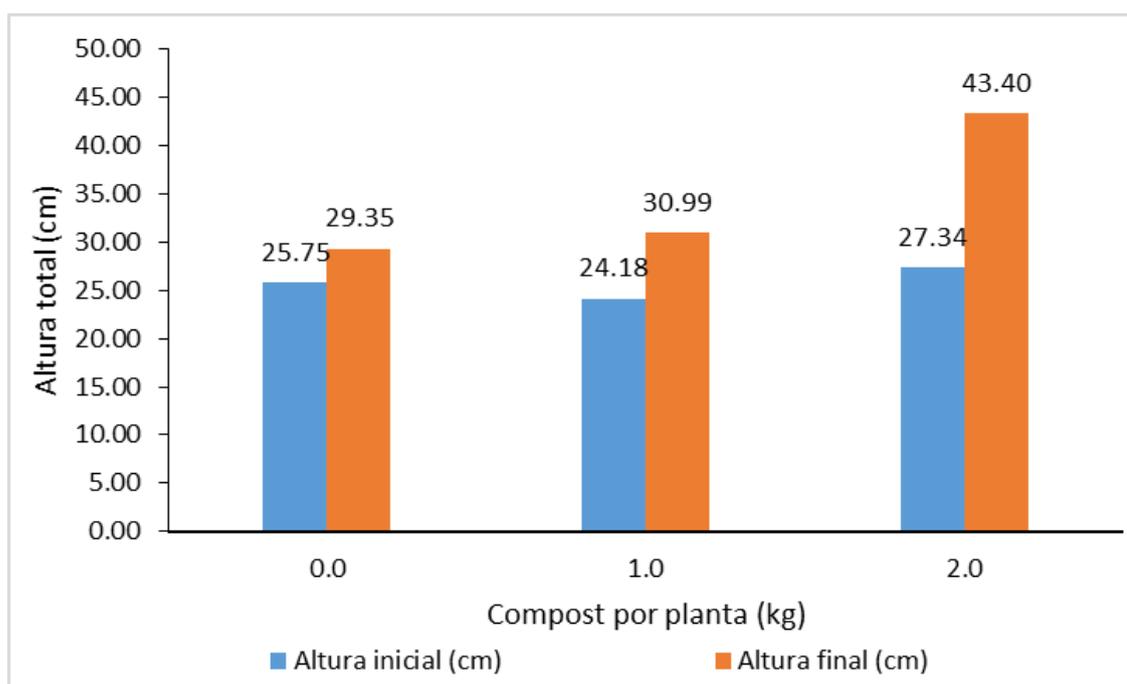


Figura 5. Efecto del compost sobre la altura.

#### 4.3. Efecto del tamaño de hoyo sobre el crecimiento inicial del *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho”

##### 4.3.1. El tamaño de hoyo sobre el diámetro del tallo

En caso de considerar el efecto del factor tamaño del hoyo (factor B) en la especie forestal *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke establecidas en suelos degradados se muestra que al día siguiente del establecimiento los plantones registraron similar valor promedio respecto al diámetro del tallo, esto registró un crecimiento hasta los seis meses de establecido en donde alcanzaron valores promedios de 0.51 cm en caso del menor tamaño de hoyo, mientras que 0.55 cm alcanzaron las plantas que se encontraban establecidos en hoyos con tamaños de 30 cm x 30 cm x 30 cm (Cuadro 5 y Figura 6).

Estadísticamente no se registró diferencias significativas del incremento en el diámetro del tallo entre los dos niveles del tamaño de hoyo, a pesar de ello se reporta que al aperturar hoyos con menores dimensiones se tiene un promedio de 0.18 cm, siendo superado al utilizar mayor tamaño de hoyo (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto del tamaño de hoyo sobre el diámetro del tallo del *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho”

Factor B	N	Diám. inicial (cm)	Diám. final (cm)	Incr. (cm)	Sig.
20 cm x 20 cm x 20 cm	9	0.33	0.51	0.18	a
30 cm x 30 cm x 30 cm	9	0.33	0.55	0.22	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

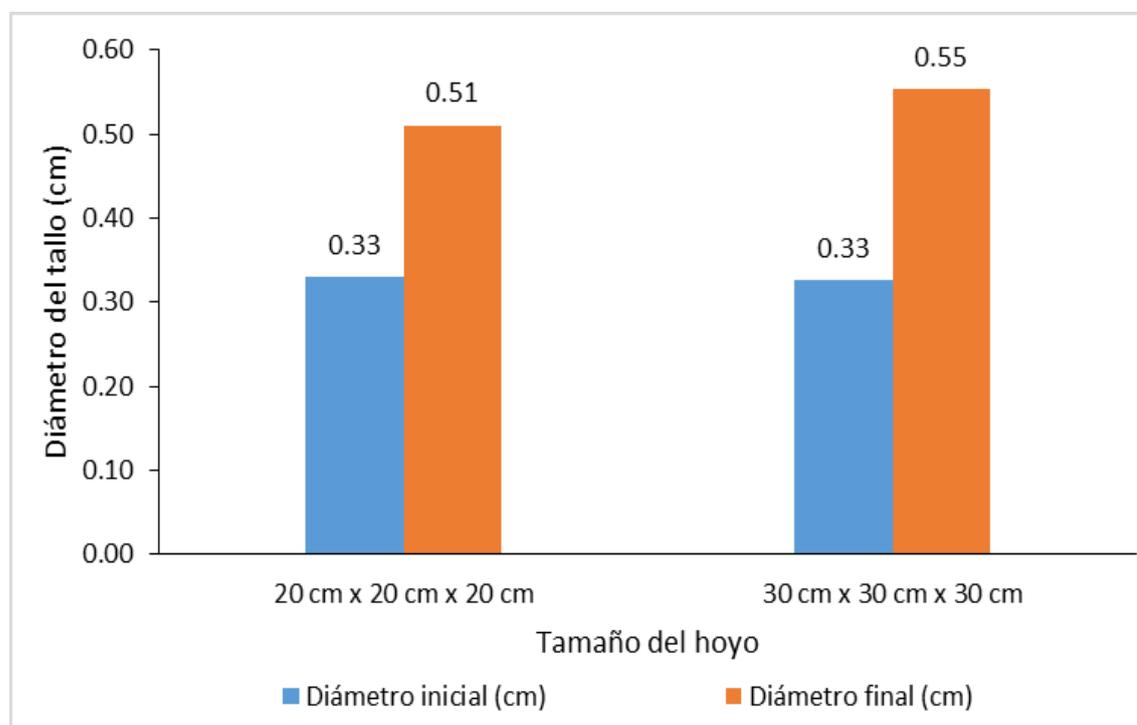


Figura 6. Efecto del tamaño de hoyo sobre el diámetro del tallo.

### 4.3.2. El tamaño del hoyo sobre la altura

Al momento del establecimiento las diferencias entre los promedios fueron muy cortas debido a que se tenía 24.58 cm para los establecidos en menor tamaño de hoyo frente a 26.93 cm respecto al uso de mayor tamaño del hoyo estas diferencias se incrementó a los seis meses después del establecimiento debido a que se obtuvo medias de 33.13 cm en plantas establecidas en hoyos de 20 cm x 20 cm x 20 cm y 36.03 cm en las planas que se encontraban en hoyos de 30 cm x 30 cm x 30 cm (Cuadro 6 y Figura 7).

Cuadro 6. Efecto del tamaño de hoyo sobre la altura del *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho”.

Factor B	N	Altura inicial (cm)	Altura final (cm)	Incr. (cm)	Sig.
20 cm x 20 cm x 20 cm	9	24.58	33.13	8.55	a
30 cm x 30 cm x 30 cm	9	26.93	36.03	9.10	a

Letras diferentes demuestran significancia estadística.

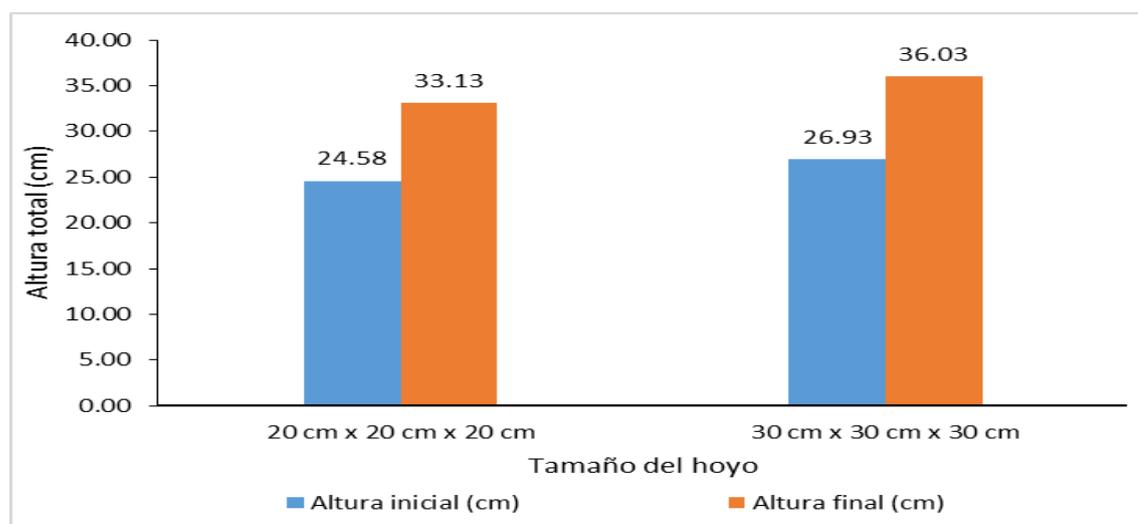


Figura 7. Efecto del tamaño de hoyo sobre la altura.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Del efecto del compost y tamaño de hoyo sobre el crecimiento inicial del *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho” en suelos degradados

En caso de los bloques establecidos como parte de la parcela experimental no se encontró efectos significativos, posiblemente debido a la homogeneidad que presentaba el terreno o en todo caso fue alterado a causa de que el periodo cuando se estableció el experimento (Noviembre 2018), presentaba exceso de precipitación; en caso del uso de compost se reportó repercusión significativa sobre la altura y diámetro del tallo el cual se atribuye a que la aplicación de dicho abono orgánico mejora las propiedades del suelo y favorece el crecimiento de las plantas como lo registró GARCIA (2012) al aplicar compost hasta una profundidad de 20 cm desde el ras del suelo y a los 42 meses encontró que hubo cambios producidos en el contenido de carbono orgánico, macro y micronutrientes, así como las propiedades físicas del suelo respecto a las muestras de suelo sin tratar.

No se reportó efectos significativos sobre el uso de diferentes tamaños de hoyos debido a que posiblemente fue muy corto el periodo del experimento ya que hay reportes como el de NÁPOLES *et al.* (1989),

SALAZAR-ARIAS (1996), SCHAMNE *et al.* (2008) y RIKA *et al.* (2015) que encontraron que las dimensiones del medio donde se establece una planta favorecen en la calidad de la misma pero no lograron verificar la influencia de la composición del sustrato comportamientos contrarios al del presente estudio. Otro de los factores que pudo afectar el crecimiento de las plantas pudo atribuirse a que el pH del suelo estuvo muy bajo (4.9), al respecto (ROSALES *et al.* (1999), considera que la especie en estudio debe ser plantada en regiones tropicales húmedas y bajas con suelos arcillosos a franco arcillosos con un pH de 5.5 - 7.0, los cuales son superiores a los encontrados en el terreno de la parcela experimental.

Un criterio a considerar, el tamaño del hoyo, en el establecimiento de las plantaciones debe estar enfocada en la calidad del terreno que se presenta, ya que en Cuba, NÁPOLES *et al.* (1989) encontraron mayor crecimiento aéreo y radical en medios con mayor tamaño, con respuestas más evidentes en la longitud de la raíz, área foliar, y biomasa radical y aérea; mientras que en un suelo con mejores características, CHUNG (2013) aperturó hoyos con dimensiones de 20 cm en diámetro y 25 cm en profundidad para establecer especies forestales como shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins), capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth) y cedro (*Cedrela odorata* L.).

El aporte de nutrientes mediante el uso de compost y el tamaño de los hoyos presentaron efectos estadísticos significativos sobre el incremento en la altura y el diámetro del tallo, esto es corroborado por (BARRANCE *et al.* (2003) al señalar que la especie en estudio presentó buena respuesta

fertilizando al momento del establecimiento y 6 meses después, usando 50 - 60 g de una fórmula completa (p.ej. 10 - 30 - 10) por árbol, o aplicando fertilizante completo al momento del establecimiento y nitrogenado unos tres meses después.

## **5.2. Del efecto del compost sobre el crecimiento inicial de *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho”**

La ventaja de utilizar compost como fuente orgánica en el establecimiento del pino chuncho favoreció en el incremento de las variables en estudio, esto debido que se mejoró las características de los suelos como es el caso del pH que en el compost utilizado (pH = 6.59) fue superior al pH del suelo (4.96) donde se instaló la parcela experimental. Existe gran cantidad de trabajos de investigación, cuyos resultados demuestran que la aplicación de residuos orgánicos produce una mejora en el crecimiento y rendimiento de cultivos agrícolas y forestales agrícola (GOLABI *et al.*, 2007; LÓPEZ-PINEIRO *et al.*, 2007), pero en caso de la agricultura algunos autores limitan su uso debido a que pueden producir una acumulación de metales pesados a niveles tóxicos para las plantas (SÁNCHEZ-MARTÍN *et al.*, 2007; SINGH & AGRAWAL, 2008) el cual no es un problema de importancia cuando se instale especies forestales como es el caso de la especie en estudio.

Se encontró efectos significativos del uso de compost, estos se debieron a las mejoras en las propiedades del suelo ya que se mezclaron dentro de los hoyos con la tierra extraída, al respecto GARCIA (2012) reportó

mejoras al utilizar en los 20 cm del suelo dosis consideradas como baja (15 kg m<sup>-2</sup> peso seco) y dosis alta (25 kg m<sup>-2</sup> peso seco) encontrando cambios en el contenido de carbono orgánico, macro y micronutrientes, así como las propiedades físicas del suelo y el compost. En el caso de esta investigación se registró ligero incremento del nivel del pH, a los seis meses de instalado se reportó valores superiores a 5.06 del pH; en cuanto al nitrógeno y potasio aumentó su contenido y con ello el de las variables ya que CARVAJAL (1984) indica que en campo la respuesta predominante de la planta es al nitrógeno y potasio.

### **5.3. Del efecto del tamaño de hoyo sobre el crecimiento inicial *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke del “pino chuncho”**

En caso del tamaño del hoyo no se reportó diferencias estadísticas significativas debido posiblemente a que el periodo de estudio se realizó en temporada lluviosa donde la precipitación fue elevada para los meses de diciembre del año 2018 hasta marzo del año 2019 superó los 547.6 mm, a excepción del mes de febrero que solo alcanzó 159.1 mm y en caso del mes de febrero se obtuvo 212.0 mm (anexo), a esto, BARRANCE *et al.* (2003), que la especie, que en sitios muy húmedos, se ha reportado alta mortalidad y crecimiento lento, aparentemente no tolera suelos excesivamente húmedos, esto es corroborado por VELA (2009) en el caserío Supte San Jorge al sembrar *Inga edulis* Mart. “guaba” en suelos degradados en donde removió el suelo a diferentes profundidades (10, 20, 30, 40 y 50 cm aproximadamente), encontrando mejores características en la dimensión de 30 cm de profundidad

respecto a las demás dimensiones, ya que posiblemente un tamaño de hoyo superior acumularía mayor cantidad de agua y perjudicaría el crecimiento normal de las plantas ya que un hoyo en suelos degradados retienen por mayor tiempo el agua.

Respecto a los resultados del efecto del tamaño de hoyos se puede dar mayor importancia en cuanto al establecimiento durante la época de poca precipitación, ya que WADSWORTH (2000) recomienda que la preparación del suelo y la excavación de hoyos se puede hacer meses antes para acortar el período de plantación en zonas estériles donde el tamaño puede ser 50 cm x 50 cm dejó el suelo expuesto durante un mes para aprovechar los períodos cortos de humedad, luego se devuelve al hoyo y se planta, mientras que SERRADA (2000) indica que la profundidad que alcanza la preparación del suelo se valora en tres tipos: profundidad baja cuando alcanza entre 0 y 20 cm; media entre 20 y 40 cm; y alta entre 40 y 60 cm, aunque algunos procedimientos pueden superar esta profundidad, y los factores a considerar para decidir sobre la profundidad que debe alcanzar la preparación del suelo en la repoblación son: el “método de repoblación”, ya que en las siembras es suficiente con profundidades medias y bajas; la “calidad del perfil”, pues los suelos buenos no necesitan altas profundidades; el “tipo de planta”, ya que según la longitud del sistema radical la profundidad de la preparación variará, siendo ésta al menos 10 cm más con planta a raíz desnuda que utilizando planta en envase; y “régimen hídrico de la estación”, pues donde no haya sequía estival la profundidad podrá ser menor (SERRADA, 2000).

## VI. CONCLUSIONES

1. Se corroboró la hipótesis enmarcada en que el incremento en la altura y el diámetro del tallo de las plantas de *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho” fueron afectadas de manera significativa por el uso de compost - tamaño del hoyo.
2. Para el periodo considerado en estudio se tiene que los niveles de compost utilizados presentaron efectos significativos sobre el incremento del diámetro del tallo y la altura, los mayores valores promedios de incremento se registró al utilizar 2.0 kg de compost.
3. En caso del efecto del tamaño de los hoyos, no se reportó significancia estadística entre sus dos niveles, aunque fueron un poco superiores los incrementos del diámetro, altura y al utilizar hoyos de 30 cm x 30 cm x 30 cm al establecer *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho” en suelos degradados.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Para el establecimiento de plantaciones forestales en terrenos degradados y bajo condiciones de Tingo María, se debe emplear hoyos con dimensiones iguales o superiores a los 30 cm x 30 cm x 30 cm y a ello se le debe agregar dosis de compost igual a 2.0 kg con la cual la especie garantizará su crecimiento normal en dichos suelos.
2. En estudios sobre establecimiento de especies forestales en suelos degradados, se debe considerar mayor periodo de ejecución teniendo en cuenta mediciones al año de establecido debido que a partir de esa edad se va observar efectos favorables o desfavorables más certeros de los tamaños de hoyos.
3. Realizar estudios utilizando enmiendas como la dolomita y más una fuente orgánica para mejorar las condiciones de los suelos y las plantas establecidas se adapten con mayor facilidad al medio donde se estableció y alcance mejor crecimiento en su fase inicial.
4. Considerar en estudios posteriores el uso de los factores climáticos sobre el comportamiento inicial de las especies forestales establecidas en suelos degradados.

## VIII. ABSTRACT

The recuperation of the soil from forest plantations presents technical and nutritional limitations, it is for this reason that the study was done, with the objective of demonstrating the effect of the compost and the size of the hole on the initial growth of *Schizolobium amazonicum* Huber. ex Ducke “pino chuncho” in degraded soil of the Sausal homestead, Padre Felipe Luyando “Naranjillo” district, Huánuco region, Peru. An experimental plot was designed, using the factors “compost dose” (0, 1 and 2 kg) and “hole size” (20 x 20 x 20 and 30 x 30 x 30 cm), generating six combinations, distributed into three completely random blocks, and the execution period was six months, where the height and diameter of the plants were measured. For the results, significant statistical effects were registered on behalf of the compost dose utilized on the quantitative variables, while in the case of the hole size, no significant statistical differences were reported; concluding that the use of the two factors interact on the growth of the height and diameter for the species in study, when established in a degraded soil.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRANCE, A., BEER, J., BOSHIER, D.H., CHAMBERLAIN, J., CORDERO, J., DETLEFSEN, FINEGAN, B., GALLOWAY, G. 2003. Árboles de Centroamérica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 869-872.
- BENITEZ, C.G., PECE, M.G., GALINDEZ, M.J. 2010. Análisis de la variancia en experimentos factoriales. Santiago del Estero, Argentina, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Forestales. 46 p.
- BIRCHLER, T., ROSE, R.W., ROYO, A., PARDOS, M. 1998. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. Investigación Agraria. 7(1-2):109–121.
- BLUM, W., SANTELICES, A. 1994. A concept of sustainability and resilience based on soil functions, In DJ. Greenland and I. Szabolcs. Soil Resilience and Sustainable Land Use. England.
- CARVAJAL, J.F. 1984. Cafeto. Cultivo y fertilización. Berna, Instituto Internacional de la Potasa. Berna. 254 p.
- CHUNG. D. 2013. Efecto de la fertilización inicial con NPK en tres especies forestales, Región San Martín-- Perú. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables, mención Forestales. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 71 p.

- EL COMERCIO. 2017. Huánuco: conservación de bosques es declarado de interés regional. 21 de diciembre del 2017. [En línea]: El Comercio; (<https://elcomercio.pe/peru/huanuco/huanuco-conservacion-bosques-son-declarados-interes-regional-noticia-483230>, noticias 15 Abr. 2018).
- ESTRADA, A.W. 1997. Manual para la producción de pachaco (*Schizolobium parahybum* (Vellozo) Blake. Corporación de Desarrollo Forestal y Maderero. Serie: Manual para la Producción – CORMADERA, N° 6. Quito, Ecuador. 51 p.
- FONAM (Fondo Nacional del Ambiente). 2007. Guía práctica para la instalación y manejo de plantaciones forestales. Lima, Perú, FONAM. 46 p.
- GARCIA, J.J. 2012. Efectos de los compost sobre las propiedades del suelo: evaluación comparativa de compost con separación en origen y sin separación en origen. Cartagena, España, Universidad Politécnica de Cartagena.
- GOLABI, M.H., DENNEY, M.J., IYEKAR, C. 2007. Value of composted organic wastes as an alternative to synthetic fertilizers for soil quality improvement and increased yield. *Compost Science and Utilization*. 15(4):267-271.
- GONZÁLEZ-QUIÑONES, V. 2006. Metodología, formulación y aplicación de un índice de calidad de suelos con fines agrícolas para Castilla-La Mancha. Tesis Doctoral. Madrid, España. Universidad Autónoma de Madrid. 361 p.

- HERNÁNDEZ, A., ASCANIO, M.O., MORALES, M., BOJÓRQUEZ, J.I., GARCÍA, N.E., GARCÍA, D. 2006. Fundamentos de la formación del suelo, cambios globales y su manejo. México, Universidad Autónoma de Nayarit. p. 15-25.
- HERNÁNDEZ, A., ASCANIO, M.O., CABRERA, A., MORALES, M., MEDINA, N. 2004. Problemas actuales de clasificación de suelos: énfasis en Cuba. México, Universidad de Veracruz. 221 p.
- HOOPER, E., LEGENDRE, P., CONDIT, R. 2005. Barriers to forest regenerations of deforested and abandoned land in Panama. *Journal of Applied Ecology*. 42:1165-1174.
- HUANTE, P., RINCÓN, E., CHAPIN, F.S. 1998. Foraging for nutrients, responses to changes in light, and competition in tropical deciduous tree seedlings. *Oecologia*. 117:209-2016.
- ILLERA, V., WALTER, I., CALA, V. 2001. Niveles de metales pesados en *Thymus zygis* desarrollado en suelos enmendados con residuos orgánicos urbanos. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 17(4):179-186.
- INFOREGIÓN. 2010a. Deforestación pone en riesgo bosque de Carpish. Tingo María - Huánuco 12 enero 2010. [En línea]: Inforegión; (<http://www.inforegion.pe/46128/deforestacion-pone-en-riesgo-bosque-de-carpish/>, noticias, 12 Abr. 2018).
- INFOREGIÓN. 2010b. Sostienen que deforestación en el Alto Huallaga está en preocupante proceso de crecimiento. Tingo María - Huánuco 19 marzo 2010. [En línea]: Inforegión; (<http://www.inforegion.pe/52067/sostienen->

que-deforestacion-en-el-alto-huallaga-esta-en-preocupante-proceso-de-crecimiento/, noticias, 14 Abr. 2018).

INSTITUTO FORESTAL. 2006. Especificaciones técnicas de buenas prácticas para plantaciones forestales. Santiago, Chile, Ministerio de Agricultura. 48 p.

KUMAR, A., KAFLE, N. 2009. Land degradation issues in Nepal and its management through agroforestry. Journal Agricultural and Environment. 10:115-123.

LAL, R. 2000. Physical management of soil of the tropic: priorities for the 21 st century. Soil Science. 165:191-207.

LÓPEZ-BERMÚDEZ, F. 2006. Desertificación, una crisis ambiental silenciosa. Impactos en las regiones semiáridas mediterráneas. Jornadas Internacionales Desertificación y Seguridad Ambiental: Consecuencias y Prevención. Cosmocaixa, Madrid, España. s.p.

LÓPEZ-PIÑEIRO, A., MURILLO, S., BARRETO, C., MUÑOZ, A., RATO, J.M., ALBARRÁN, A., GARCÍA, A. 2007. Changes in organic matter and residual effect of amendment with two-phase olive-mill waste on degraded agricultural soils. Science of Total Environment. 378:84-89.

MASERA, O. 1996. Deforestación y degradación forestal en México. Grupo interdisciplinario de tecnología rural apropiada. Documento de trabajo N° 19. Michoacán, México.

MATTHES-SEARS, U., LARSON, D.W. 1999. Growth and survival by the quantity and quality of rooting space: implications for the establishment of

*Thuja occidentalis* on cliff faces. International Journal of Plant Sciences. 160(1):122-128.

MONTAGNINI, F., FANZERES, A., GUIMARAES, V.S. 1995. Estudios de restauración ecológica en la Región del Bosque Atlántico de Bahía, Brasil. Yvyrareta. 6: 5-12.

MURRAY, R.M., BOJÓRQUEZ, J.I., HERNÁNDEZ, A., OROZCO, M.G., GARCÍA, J.D., GÓMEZ, R., ONTIVEROS, H.M., AGUIRRE, J. 2011. Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo en un sistema agroforestal de la llanura costera norte de Nayarit, México. Revista Bio Ciencias. 1(3-2):27-35.

NÁPOLES, S., LACERRA, J.A., TABARES, G., CORDERO, R., ARENAL, R. 1989. Influencia del tamaño de la bolsa y el número de plantas por bolsa en el crecimiento y desarrollo de plántulas de *Coffea canephora* cultivar 'Robusta'. Cienc. Tec. Agric. Café y Cacao. 12(2):51-58.

O'DELL, R., SILK, W., GREEN, P., CLAASSEN, V. 2007. Compost amendment of Cu-Zn minespoil reduces toxic bioavailable heavy metal concentrations and promotes establishment and biomass production of *Bromus carinatus* (Hook and Arn.). Environmental Pollution. 148:115-124.

OIMT. 2002. Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques tropicales secundarios y degradados. Serie de políticas forestales N° 13. Organización Internacional de las Maderas Tropicales.

- OLDEMAN, I.R., VAN, V.W., PULLES, J.R. 1990. The extent of human induced soil degradation. ISRIC, Wageningen. The Netherlands.
- OLIVO, V.B., BUDUBA, C.G. 2006. Influencia de seis sustratos en el crecimiento de *Pinus ponderosa* producido en contenedores bajo condiciones de invernáculo. *Bosque*. 27(3):267-271.
- ORIZANO, S. 2014. Determinación del crecimiento de guaba (*Inga edulis* Mart.) con la aplicación de estiércoles en un suelo degradado en Supte San Jorge, Tingo María. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables, mención Forestales. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 79 p.
- REYNEL, C., PENNINGTON, R., FLORES, C., DAZA, A. 2003. Árboles útiles de la amazonia peruana y sus usos. Manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de especies. Lima, Perú, s.e. 502 p.
- RIKA, V., ENCISO, M.M., VERA, M. 2015. Influencia del tamaño de maceta y la composición de sustrato sobre la calidad de *Pongamia pinnata* (L.) Pierre. *Investig. Agrar*. 17(1):65-71.
- ROMÁN, F., LEVY, S., PERALES, H., RAMÍREZ, N., DOUTERLUNGNE, D., LÓPEZ, S. 2007. Establecimiento de seis especies arbóreas nativas en un pastizal degradado en la selva Lacandona, Chiapas, México. *Ecología Aplicada*. 6(1-2):1-8.
- ROSALES, L., SUHARTONO, F., DVORAK, W., ROMERO, J. 1999. Parámetros genéticos y variación entre procedencias de *Schizolobium*

*parahybum* (Vell) Blake establecidas en Venezuela. *Foresta Veracruzana*, 1(2):13-18.

SALAZAR-ARIAS, J. 1996. Efecto del tamaño de la bolsa del almacigo sobre la producción de café. *Cenicafé* 47(3):115-120.

SALTO, C.S., GARCÍA, M.A., HARRAND, L. 2013. Influencia de diferentes sustratos y contenedores sobre variables morfológicas de plantines de dos especies de *Prosopis*. *Quebracho*. 21(1-2):90-102.

SÁNCHEZ-MARTIN, M.J., GARCÍA-DELGADO, M., LORENZO, L.F., RODRÍGUEZ-CRUZ, M.S., ARIENZO, M. 2007. Heavy metals in sewage sludge amended soils determined by sequential extractions as a function of incubation time of soils. *Geoderma*. 142:262-273.

SCHAMNE, D.R., BARTH, S.R., EIBL, B.I. 2008. Influencia del tamaño del recipiente en el crecimiento de plantines de cuatro especies nativas. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales, UNAM - EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina. "2008 Año de las Ciencias". 11 p.

SERRADA, R. 2000. Apuntes de repoblaciones forestales; Capítulo IV - Preparación del suelo. Madrid, España, FUCOVASA. 31 p.

SINGH, R.P., AGRAWAL, M. 2008. Potential benefits and risks of land application of sewage sludge. *Waste Manage*. 28:347-358.

SZTERN, D., PRAVIA, M.A. 1999. Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos. Organización Panamericana de

la Salud Organización Mundial de la Salud. OPS/HEP/HES/URU/02.99.  
69 p.

TSAKALDIMI, M., GANATSAS, P., JACOBS, D.F. 2012. Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology. *New forests*. 44(3):327-339.

VALOIS, H., MARTÍNEZ, C. 2017. Especies vegetales colonizadoras de áreas perturbadas por la minería en bosques pluviales del Chocó, Colombia. *Biota Colombiana*. 18(1): 88-104. DOI: 10.21068/c2017. v18n01a7

VÁSQUEZ-SÁNCHEZ, M.A., MARCH, I.J., LAZCANO-BARRERO, M.A. 1992. Características socioeconómicas de la Selva Lacandona 1: 287-323. En: Vásquez-Sánchez M.A. & Ramos M.A (Eds.). *Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación*. Publ. Esp. Ecosfera, México.

VELA, J.L.M. 2009. Efecto de las diferentes profundidades de remoción del suelo e incorporación de biomasa vegetal en el crecimiento de guaba (*Inga edulis* Mart.) en suelos degradados (ex cicales) de Supte San Jorge, Tingo María. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú. 84 p.

WADSWORTH, F.H. 2000. Producción forestal para América tropical; Capítulo 6. Propagación y plantación de árboles. Washington, DC., Estados Unidos, CATIE, IUFRO, USDA. p. 213-251.

**ANEXO**

### Anexo A. Datos obtenidos de campo.

Cuadro 7. Datos registrados en campo experimental.

Bloque	Factor A	Factor B	Tratamiento	D <sub>1</sub> (cm)	H <sub>1</sub> (cm) <sub>1</sub>	D <sub>2</sub> (cm)	H <sub>2</sub> (cm)
1	1	20	3	0.36	27.00	0.52	28.70
1	1	20	3	0.35	26.80	0.52	30.00
1	1	20	3	0.31	21.80	0.46	27.30
1	1	20	3	0.35	23.40	0.45	27.00
1	1	30	4	0.32	27.40	0.54	30.00
1	1	30	4	0.33	23.00	0.43	25.00
1	1	30	4	0.32	24.60	0.43	30.00
1	1	30	4	0.40	24.00	0.46	25.50
1	0	20	1	0.35	24.00	0.44	28.00
1	0	20	1	0.38	29.20	0.62	33.80
1	0	20	1	0.31	26.60	0.66	34.30
1	0	20	1	0.40	25.60	0.64	39.00
1	0	30	2	0.36	32.70	0.42	35.00
1	0	30	2	0.33	30.50	0.36	34.00
1	0	30	2	0.35	31.40	0.50	33.20
1	0	30	2	0.38	34.60	0.52	35.00
1	2	20	5	0.40	28.60	0.53	44.50
1	2	20	5	0.32	31.00	0.50	38.00
1	2	20	5	0.30	27.60	0.53	40.00
1	2	20	5	0.36	28.60	0.53	43.40
1	2	30	6	0.51	39.30	0.91	49.00

Bloque	Factor A	Factor B	Tratamiento	D <sub>1</sub> (cm)	H <sub>1</sub> (cm) <sub>1</sub>	D <sub>2</sub> (cm)	H <sub>2</sub> (cm)
1	2	30	6	0.39	43.00	0.82	58.50
1	2	30	6	0.40	27.40	0.85	41.00
1	2	30	6	0.32	33.00	0.70	42.30
2	2	20	5	0.38	27.20	0.73	43.00
2	2	20	5	0.34	23.60	0.61	33.00
2	2	20	5	0.33	20.40	0.50	33.00
2	2	20	5	0.22	20.40		
2	2	30	6	0.34	24.80	0.77	55.50
2	2	30	6	0.37	33.00	0.73	46.00
2	2	30	6	0.33	20.20		
2	2	30	6	0.33	25.00	0.72	46.00
2	1	30	4	0.34	24.00	0.54	30.60
2	1	30	4	0.26	22.60		
2	1	30	4	0.27	19.20		
2	1	30	4	0.34	26.20	0.72	40.00
2	0	30	2	0.34	20.00	0.39	34.00
2	0	30	2	0.37	28.20	0.38	31.00
2	0	30	2	0.28	26.20	0.44	27.00
2	0	30	2	0.33	30.50	0.50	37.00
2	1	20	3	0.28	34.40	0.42	35.00
2	1	20	3	0.34	16.60	0.62	30.00
2	1	20	3	0.33	24.20	0.51	39.00
2	1	20	3	0.24	21.60	0.48	27.50

Bloque	Factor A	Factor B	Tratamiento	D <sub>1</sub> (cm)	H <sub>1</sub> (cm) <sub>1</sub>	D <sub>2</sub> (cm)	H <sub>2</sub> (cm)
2	0	20	1	0.32	28.20	0.53	33.00
2	0	20	1	0.34	22.00	0.47	28.10
2	0	20	1	0.46	27.40	0.61	35.00
2	0	20	1	0.22	25.40	0.35	28.60
3	1	20	3	0.37	19.80	0.44	36.00
3	1	20	3	0.27	23.80	0.55	36.00
3	1	20	3	0.27	23.00	0.44	29.00
3	1	20	3	0.35	26.80	0.43	30.00
3	2	30	6	0.40	34.80		
3	2	30	6	0.22	17.60	0.65	47.50
3	2	30	6	0.42	23.00	0.74	48.50
3	2	30	6	0.21	23.20	0.64	45.00
3	0	30	2	0.27	30.00	0.44	31.80
3	0	30	2	0.27	24.00		
3	0	30	2	0.27	23.00	0.30	24.00
3	0	30	2	0.23	19.40		
3	1	30	4	0.27	24.20	0.38	28.40
3	1	30	4	0.33	24.60	0.44	33.40
3	1	30	4	0.26	22.00	0.35	24.80
3	1	30	4	0.22	21.00	0.53	30.00
3	2	20	5	0.32	29.20	0.47	40.00
3	2	20	5	0.37	32.80	0.62	40.50
3	2	20	5	0.25	22.00	0.65	34.50

Bloque	Factor A	Factor B	Tratamiento	D <sub>1</sub> (cm)	H <sub>1</sub> (cm) <sub>1</sub>	D <sub>2</sub> (cm)	H <sub>2</sub> (cm)
3	2	20	5	0.39	23.20	0.51	40.00
3	0	20	1	0.33	15.40	0.43	22.20
3	0	20	1	0.39	21.20	0.55	32.00
3	0	20	1	0.27	15.60	0.35	18.00
3	0	20	1	0.21	17.20	0.24	19.00

Factor A corresponde a las dosis de compost aplicado por planta, siendo sus niveles 0: 0.0 kg, 1: 1.0 kg, 2: 2.0 kg de compost. Factor B corresponde al tamaño del hoyo cuyos niveles son 20: 20 cm x 20 cm x 20 cm y 30: 30 cm x 30 cm x 30 cm. D: diámetro del tallo. H: altura.

Cuadro 8. Números aleatorios para randomizar los tratamientos.

3	3	6	4	5	6	5	1
4	1	2	2	3	4	6	5
1	6	4	4	5	4	3	6
2	3	5	2	6	2	2	4
4	6	3	1	1	1	2	4
3	4	6	2	2	3	4	3
4	2	3	2	3	3	1	3
4	4	3	5	2	4	1	1
5	6	3	2	2	5	3	4
6	5	5	6	4	1	6	1

## Anexo B. Fotografías



Figura 8. Terreno donde se estableció la parcela experimental.



Figura 9. Apertura de hoyos.



Figura 10. Medición de las dimensiones del hoyo (30 cm x 30 cm x 30 cm).



Figura 11. Compost utilizado.



Figura 12. Aplicación del compost.



Figura 13. Banner informativo de la investigación.

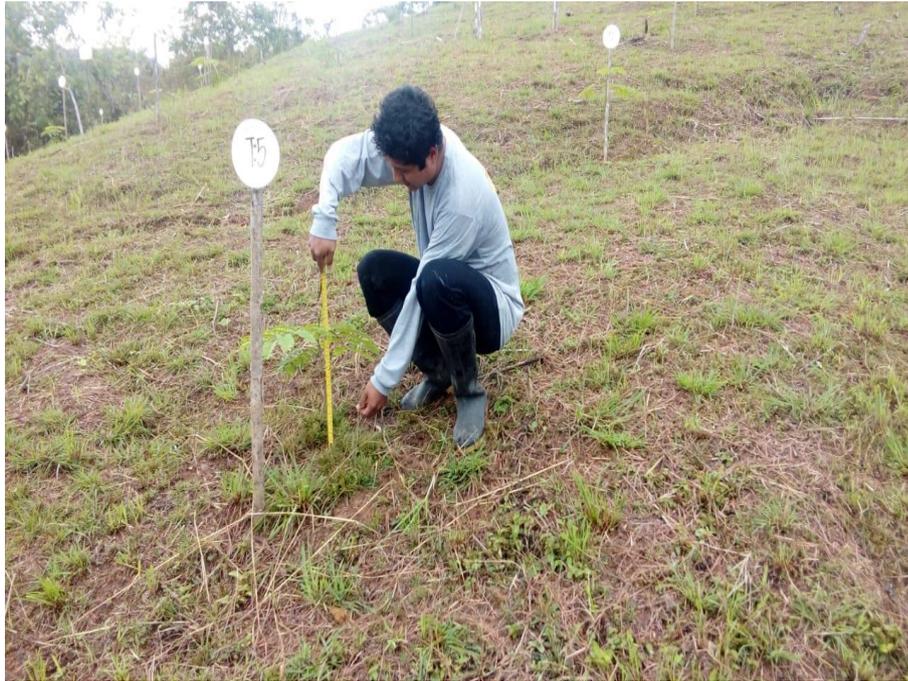


Figura 14. Medición de la altura.



Figura 15. Medición del diámetro de tallo.



Figura 16. Plateado de las plantas.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES**

**INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA**

SOLICITANTE	FOAGRO SAC						
PROCEDENCIA	TINGO MARIA						
MUESTRA DE	COMPOST						
REFERENCIA	H.R. 55841						
FACTURA	38852						
FECHA	30/05/17						

N° LAB	CLAVES	PH	C.E dSm	M.O %	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %
816	Compost G13	6.59	10.60	50.71	2.73	4.26	6.38

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
816	Compost G13	3.02	2.12	30.80	0.70

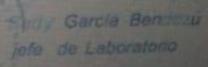
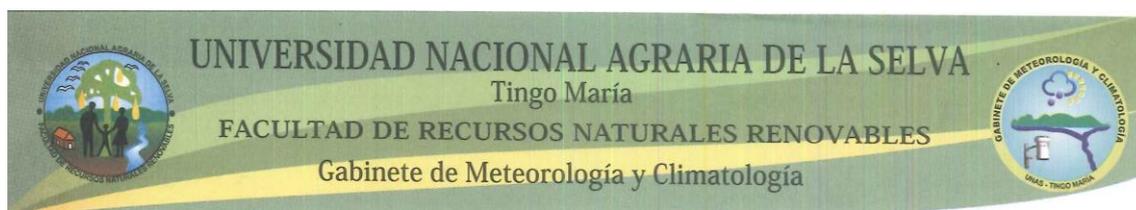
  
 Andy García Benítez  
 Jefe de Laboratorio

Figura 17. Análisis de contenido del compost utilizado en el estudio.



“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

### INFORME DE DATOS METEOROLOGICOS

**ESTACION:** UNAS - TINGO MARIA

**MESES Y AÑO:** Noviembre, diciembre 2018; Enero – Abril 2019

**COORDENADAS GEOGRAFICAS LOCALES:**

**Latitud:** 09 °18'00”, **Longitud:** 76°01'00” , **Altitud:** 660: m.s.n.m.

Mediante el presente adjunto a usted lo solicitado, que se explica en el siguiente cuadro:

MESES	MAXIMA	MINIMA	MEDIA	Humedad Relativa %	Precipitación P.P. m.m.	Horas de Sol
Noviembre 2018	29.6	21.3	25.4	86	494.1	107.0
Diciembre 2018	30.3	21.4	25.8	85	454.4	122.2
Enero 2019	29.9	21.0	25.4	85	547.6	107.8
Febrero 2019	29.6	21.0	25.3	84	159.1	92.5
Marzo 2019	30.2	21.0	25.6	85	500.9	123.3
Abril 2019	30.5	21.2	25.8	84	212.0	141.7

Es todo cuanto puedo informar para los fines que estime conveniente

Atentamente,

UNAS - TINGO MARÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
GABINETE DE METEOROLOGÍA Y CLIMATOLOGÍA

c.c.arch.

Ing. Msc. Lucio Marique De Lara Suárez  
JEFE

Figura 18. Datos meteorológicos de la estación UNAS – Tingo María.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km1.21 - Tingo María - CELULAR 941531359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

[analisisdesuelosunas@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)



## ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		BRIAM STING MALLQUI ESPIRITU					PROCEDENCIA:					SAUSAL - LUYANDO - LEONCIO PRADO - HUANUCO									
N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS MECÁNICO		pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg									
		REFERENCIA	SECTOR	Arena	Arcilla							Limo	Textura	1:1	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CiCe
1	S4691	INICIAL	SAUSAL	16	37	47	4.96	1.21	0.05	5.44	29.99	3.02	1.69	--	--	0.50	0.10	5.31	88.69	11.31	9.42

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE  
TINGO MARIA, 07 DE DICIEMBRE 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
LAB. ANÁLISIS DE SUELOS

*Mano firmada*  
Ing. G. Mansilla Minayo



Figura 19. Resultados del análisis de la muestra del suelo obtenido al inicio del experimento.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Carretera Central Km1.21 - Tingo María - CELULAR 9415371359

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

[analisisdesuelos@hotmail.com](mailto:analisisdesuelos@hotmail.com)



## ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		BRIAM STING MALLQUI ESPIRITU										PROCEDENCIA:						SAUSAL - LUYANDO - LEONCIO PRADO - HUANUCO						
N°	COD. LAB.	DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K	CIC			CAMBIABLES Cmol(+)/kg			Cice	%	Bas. Camb.	%	Ac. Camb.	%	Sat. AI
		SECTOR	REFERENCIA	Arena %	Arcilla %	Limo %						Textura	1:1	ppm	ppm	ppm	Ca							
1	S0614	SAUSAL	T1	15	36	49	5.06	1.38	0.06	5.68	30.61	----	----	----	3.15	0.48	--	--	0.35	0.05	4.03	90.07	9.93	8.69
2	S0615	SAUSAL	T2	16	36	48	5.10	1.40	0.06	5.62	30.47	----	----	----	3.92	1.98	--	--	0.50	0.20	6.60	89.40	10.60	7.57
3	S0616	SAUSAL	T3	15	37	48	5.22	1.27	0.06	5.49	29.81	----	----	----	3.31	0.49	--	--	0.38	0.04	4.22	90.06	9.94	9
4	S0617	SAUSAL	T4	16	35	49	5.10	1.42	0.06	5.52	29.68	----	----	----	3.81	1.83	--	--	0.42	0.08	6.13	91.84	8.16	6.85
5	S0618	SAUSAL	T5	15	35	50	5.06	1.37	0.06	6.14	30.72	----	----	----	4.65	1.96	--	--	0.48	0.02	7.10	92.96	7.04	6.76
6	S0619	SAUSAL	T6	15	34	51	5.08	1.35	0.06	6.10	31.47	----	----	----	4.45	2.46	--	--	0.30	0.10	7.30	94.52	5.48	4.11

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE  
TINGO MARIA, 17 DE JUNIO 2019



Dr. G. Maysilla Mimava  
Jefe del Laboratorio

Figura 20. Resultados del análisis de muestras de suelos con los tratamientos respectivos.

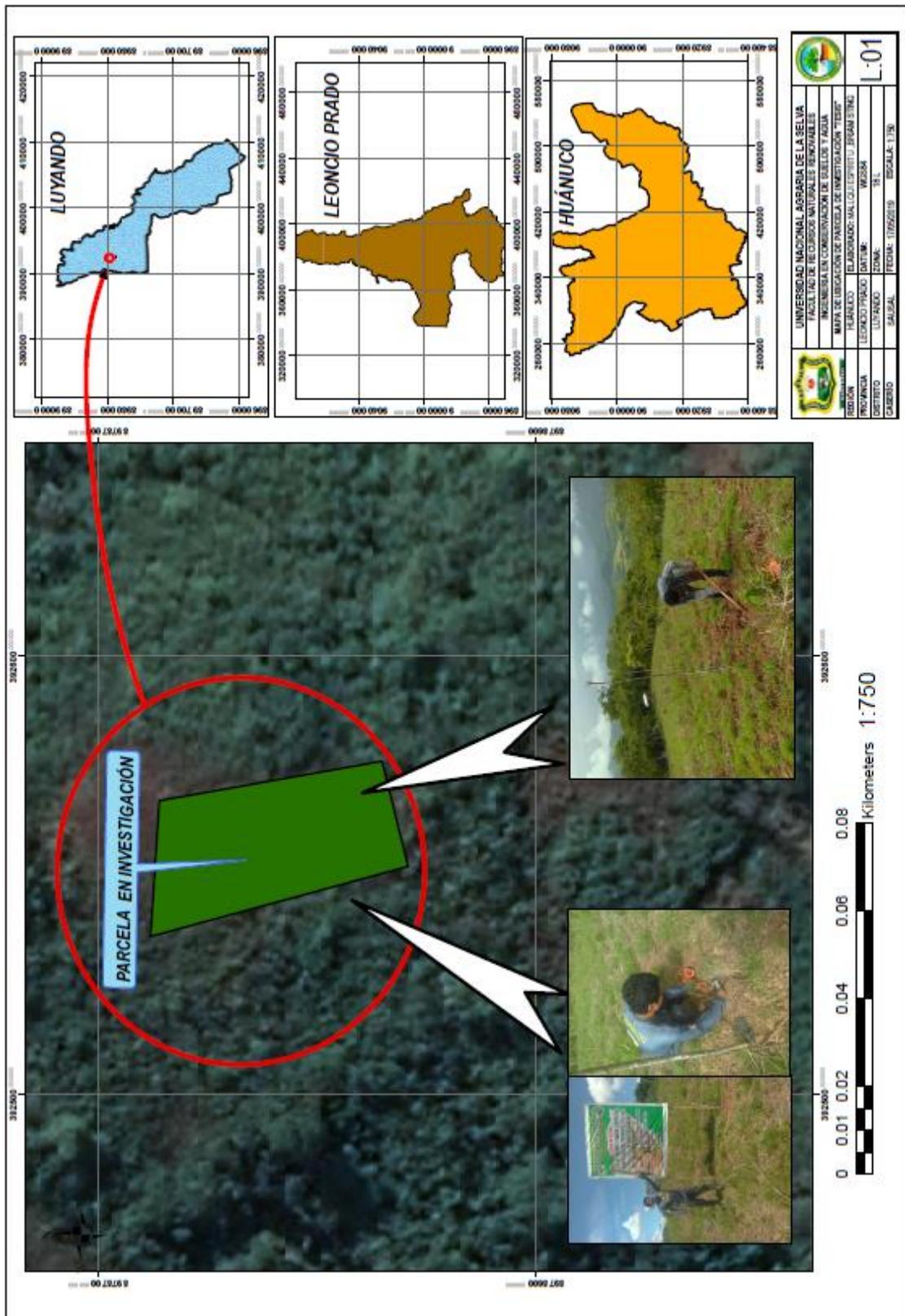


Figura 21. Mapa de ubicación de la parcela experimental.