

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**



**INFLUENCIA DE LOS DIFERENTES SUSTRATOS EN LA CALIDAD DE
PLANTONES DE *Schizolobium parahyba* (PINO CHUNCHO) EN FASE DE VIVERO,
DISTRITO PUEBLO NUEVO, HUÁNUCO, PERÚ**

Tesis

Para optar el título de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES,
MENCIÓN: FORESTALES**

Presentado por:

JORGE REYES FLORES

Tingo María – Perú

2022



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N°028-2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 26 de mayo de 2022, a horas 6:30 p.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

“INFLUENCIA DE LOS DIFERENTES SUSTRATOS EN LA CALIDAD DE LOS PLANTONES DE *Schizolombium parahyba* (PINO CHUNCHO) EN FASE DE VIVERO DISTRITO PUEBLO NUEVO, HUÁNUCO, PERÚ”

Presentado por el Bachiller: **JORGE REYES FLORES**, 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 Profesional de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES, MENCIÓN FORESTALES** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 13 de abril de 2023


Dr.. YTA VCLERH VARGAS CLEMENTE
PRESIDENTE




Ing. M.Sc. WARREN RÍOS GARCIA
MIEMBRO


Ing. M.Sc. EDILBERTO DIAZ QUINTANA
MIEMBRO


Ing. RAUL ARAUJO TORRES
ASESOR



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

Correo: repositorio@unas.edu.pe



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

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 117 - 2023 - CS-RIDUNAS

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

CERTIFICA QUE:

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

Facultad:

Facultad de Recursos Naturales Renovables

Tipo de documento:

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

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
INFLUENCIA DE LOS DIFERENTES SUSTRATOS EN LA CALIDAD DE PLANTONES DE <i>Schizolobium parahyba</i> (PINO CHUNCHO) EN FASE DE VIVERO, DISTRITO PUEBLO NUEVO, HUÁNUCO, PERÚ	JORGE REYES FLORES	22% Veintidós

Tingo María, 17 de mayo de 2023


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

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES



INFLUENCIA DE LOS DIFERENTES SUSTRATOS EN LA CALIDAD DE PLANTONES DE *Schizolobium parahyba* (PINO CHUNCHO) EN FASE DE VIVERO, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO, HUÁNUCO, PERÚ

Autor		: Bach. Jorge Reyes Flores
Asesor		: Ing. Raúl Araujo Torres
Programa de Investigación		: Valoración de la biodiversidad y recursos naturales
Línea (s) de Investigación		: Aprovechamiento y uso de los recursos naturales
Eje Temático de Investigación		: Aprovechamiento y uso de los recursos naturales
Lugar de Ejecución		: Distrito de Pueblo Nuevo
Duración	Fecha de Inicio	: 25/08/2019
	Término	: 30/12/2020
Financiamiento		: S/ 1.908,05
	FEDU	: NO
	Propio	: SI
	Otros	: NO

DEDICATORIA

A Dios quién guio mis pasos por el buen camino, enseñándome a enfrentar las adversidades, sin perder nunca la dignidad, ni desfallecer en el intento.

A mi abuelita Isabel, mis padres Jorge y María por heredarme el tesoro más grande que es la educación y haberme forjado en la persona que soy; con el apoyo incondicional, sus consejos, valores e impulso que me brindaron en los momentos más difíciles de mi carrera.

A mis queridos hijos y esposa por compartir esta linda experiencia.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades y docentes de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a los de la Facultad de Recursos Naturales Renovables que me acogieron en sus aulas; y así lograr estudiar la carrera que me apasiona, logrando culminar con éxito mi formación profesional.

A todos los catedráticos de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, quienes contribuyeron en mi formación académica.

A los miembros del jurado de la presente tesis: Dr. Ytavclerh Vargas Clemente; Ing. MSc. Warren Ríos García; Ing. MSc Edilberto Diaz Quintana, por el tiempo tomado para la evaluación de mi tesis.

Al Ing. Raúl Araujo Torres, docente asesor, mentor y formador de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva por su gran amistad y la desinteresada asistencia en la presente tesis.

A mi familia; por ser los principales promotores de mí sueño; por confiar, creer y brindarme sus palabras de aliento; gracias también a mi abuela y a mi madre por su compañía en cada momento de mi vida, y ofrecerme en las largas y agotadoras noches de desvelo una taza de café.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Los suelos tropicales en la Amazonía peruana.....	3
2.2. Vivero forestal	3
2.2.1. Aspectos técnicos para un vivero.....	4
2.3. Indicadores de la calidad de un plantón forestal.....	5
2.3.1. La altura total	5
2.3.2. Diámetro del tallo	6
2.3.3. Índice de robustez (IE).....	6
2.3.4. Relación longitud aérea – longitud radicular (RA/LR)	6
2.3.5. Relación biomasa aérea/ radicular (RBSA/BSR) o índice Tallo-Raíz (ITR)	7
2.3.6. Índice de Calidad de Dickson (ICD).....	7
2.4. Sustrato	7
2.4.1. Funciones del sustrato.....	7
2.4.2. Componentes más usados en la formulación de sustratos	8
2.4.3. Propiedades de los sustratos	8
2.5. Los abonos orgánicos	8
2.5.1. Influencia de materia orgánica en las propiedades del suelo.....	9
2.6. Gallinaza	9
2.7. El <i>Schizolobium parahyba</i> (vell) s.f. blake (pino chuncho)	10
2.7.1. Taxonomía de la especie.....	10
2.7.2. Características morfológicas.....	10
2.7.3. Distribución geográfica y hábitat.....	11
2.7.4. Características ecológicas	11
2.8. Antecedentes.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Lugar de ejecución.....	13
3.1.1. Condiciones climáticas y zona de vida.....	13
3.1.2. Suelos.....	13

3.2.	Materiales y métodos.....	13
3.2.1.	Materiales y equipos.....	13
3.2.2.	Metodología.....	14
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1.	Índice de calidad de plántulas de <i>S. parahyba</i> repicados en diferentes sustratos.....	21
4.1.1.	Altura tallo.....	21
4.1.2.	Diámetro de tallo.....	23
4.1.3.	Índice de robustez (IR).....	24
4.1.4.	Longitud radicular.....	25
4.1.5.	Relación altura de tallo/longitud de raíz.....	27
4.1.6.	Biomasa seca aérea.....	29
4.1.7.	Biomasa seca de la raíz.....	30
4.1.8.	Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz.....	31
4.1.9.	Índice de calidad de Dickson.....	33
4.1.10.	Calidad de planta de la especie <i>S. parahyba</i> repicados en diferentes sustratos.....	34
4.2.	Caracterización de propiedades fisicoquímicas del sustrato antes y después de realizar la siembra de la especie forestal.....	36
V.	CONCLUSIONES.....	38
VI.	PROPUESTAS A FUTURO.....	39
VII.	REFERENCIAS.....	40
	ANEXO.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Contenido aproximado de los elementos químicos en los abonos orgánicos.....	1
2. Tratamientos considerados en el experimento.	16
3. Esquema del ANVA.	17
4. Propiedades físico químicas del sustrato.	20
5. Clasificación de los índices de calidad para atributos morfológicos.....	19
6. Análisis de varianza de la variable altura de planta de <i>S. parahyba</i> , repicados en diferentes sustratos.	21
7. Prueba de DGC de comparación de medias de la variable altura total de planta de <i>S. parahyba</i> , repicados en diferentes sustratos.....	22
8. Análisis de varianza del variable diámetro del tallo de plantas de <i>S. parahyba</i> , repicados en diferentes sustratos.	23
9. Prueba de DGC de comparación de medias de diámetro del tallo de plantas de <i>S. parahyba</i> , repicados en diferentes sustratos.....	23
10. Análisis de varianza de la variable índice de robustez de plantas de <i>S. parahyba</i> , repicados en diferentes sustratos.	24
11. Prueba de DGC de comparación de medias de la variable índice de robustez de plantas de <i>S. parahyba</i> , repicados en diferentes sustratos.....	25
12. Análisis de varianza de la variable longitud de raíz principal de plantas de <i>S. parahyba</i> , repicados en diferentes sustratos.	26
13. Prueba de DGC de comparación de medias de la longitud de raíz principal de plantas de <i>S. parahyba</i> , repicados en diferentes sustratos.....	26
14. Análisis de varianza de la variable relación altura/longitud de plantas de <i>S. parahyba</i> , repicados en diferentes sustratos	27
15. Prueba de DGC de comparación de medias de relación altura/longitud de plantas de <i>S. parahyba</i> , repicados en diferentes sustratos.....	28
16. Análisis de varianza de la variable biomasa seca aérea (g) de plantas de <i>S. parahyba</i> , repicados en diferentes sustratos.	29
17. Prueba de DGC de comparación de medias de biomasa seca aérea (g) de plantas de <i>S. parahyba</i> , repicados en diferentes sustratos.....	29
18. Análisis de varianza de la variable biomasa seca de la raíz (g) de plantas <i>S. parahyba</i> , repicados en diferentes sustratos.	30

19. Prueba de DGC de comparación de medias de biomasa seca raíz (g) de plantas de <i>S. parahyba</i> , repicados en diferentes sustratos.....	31
20. Análisis de varianza de la variable relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz de plantas de <i>S. parahyba</i> , repicados en diferentes sustratos.....	32
21. Prueba de DGC de comparación de medias de la relación biomasa seca aérea raíz/biomasa seca raíz de plantas de <i>S. parahyba</i>	32
22. Índice de calidad de Dickson de plantas de <i>S. parahyba</i> , repicados en diferentes sustratos.	33
23. Calidad de planta de la especie <i>S. parahyba</i> repicados en diferentes sustratos.	35
24. Propiedades físicas y químicas de los sustratos.	36
25. Promedios de altura (cm) por evaluación.....	46
26. Promedios de diámetro (mm) por evaluación.....	47
27. Índice de robustez por cada evaluación.....	48
28. Datos de longitud de raíz (cm)	48
29. Datos de relación altura de tallo/longitud de raíz.....	48
30. Datos de la biomasa seca aérea (g) de plantas.....	49
31. Biomasa seca de la raíz (g).....	49
32. Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Preparación de sustratos de suelo agrícola, arena y gallinaza.....	50
2. Apilado de bolsas con sustratos con diferentes tratamientos.	50
3. Transporte de bolsas con sustratos con diferentes tratamientos a camas de repique.	51
4. Acomodo de bolsas con sustratos con diferentes tratamientos en camas de repique.....	51
5. Establecimiento de ensayo experimental.....	52
6. Riego en cama de germinadora.	52
7. Siembra de semillas de pino chuncho en cama de germinación.	53
8. Lectura de diámetro del tallo de plantas de pino chuncho.	53
9. Lectura de tercera evaluación de altura del tallo de plantas de pino chuncho.	54
10. Lectura de cuarta evaluación de altura de tallo de plantas de pino chuncho.....	54

**INFLUENCIA DE LOS DIFERENTES SUSTRATOS EN LA CALIDAD DE
PLANTONES DE *Schizolobium parahyba* (PINO CHUNCHO) EN FASE DE VIVERO,
DISTRITO DE PUEBLO NUEVO, HUÁNUCO, PERÚ**

RESUMEN

La producción de plantones forestales en viveros es el punto de partida de un cambio necesario para revertir la degradación de los recursos naturales, en tal sentido, se pretendió encontrar el mejor sustrato utilizando diferentes dosis de sustratos orgánicos. La investigación se ejecutó en el vivero agroforestal Flor del Edén (distrito de Pueblo Nuevo). Planteándose como objetivos determinar el índice de calidad de plantones de *Schizolobium parahyba* (Vell) S.F. Blake) (Pino Chuncho) y caracterizar las propiedades fisicoquímicas del sustrato antes y después del ensayo experimental. Concerniente a la preparación de sustratos se utilizaron tierra agrícola, arena y gallinaza en cinco proporciones diferentes. Se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA). De los resultados, el T₁ conformado por suelo agrícola + arena + gallinaza en relación 4 – 2 – 1 obtuvo mayor altura, para el índice de robustez fue superior en T₀ y T₃. El T₁ obtuvo mayor longitud de la raíz. Los valores obtenidos de la variable relación altura/longitud de plantas, muestran un índice de calidad alta de plantones. El T₂ obtuvo mayor biomasa seca aérea. Los T₂ y T₁ obtuvieron mayor biomasa seca de la raíz. El T₁ obtuvo mayor relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz. Para el índice de calidad de Dickson los tratamientos T₁, T₃ y T₅ presentaron valores de calidad alta de plantones. Finalmente se observó un ligero incremento en los rangos de pH en todos los tratamientos, sin embargo, los demás indicadores químicos mostraron una reducción de estos, siendo considerables en los tenores de fósforo.

Palabras clave: Calidad de plantones, Pino Chuncho, índice de Dickson, esbeltez

**THE INFLUENCE OF DIFFERENT SUBSTRATA ON THE QUALITY OF
Schizolobium parahyba (BRAZILIAN FERN TREE) SEEDLINGS DURING THE
NURSERY PHASE IN THE PUEBLO NUEVO DISTRICT OF HUÁNUCO, PERU**

ABSTRACT

The production of forest seedlings in plant nurseries is the starting point for a necessary change in order to revert the degradation of natural resources; with this in mind, the intent was to find the best substratum using different doses of organic substrata. The research was carried out in the Flor del Eden agroforestry nursery (Pueblo Nuevo district, [Peru]). The proposed objectives were to determine the quality index of the *Schizolobium parahyba* (Vell) S.F. Blake) (Brazilian fern tree) seedlings and to characterize the physicochemical properties of the substratum before and after the experimental trial. Concerning the preparation of the substrata, agricultural soil, sand, and chicken manure were used at five different proportions. The completely randomized design was used (CRD; DCA in Spanish). For the results, T₁, made up of agricultural soil + sand + chicken manure at a relationship of 4 – 2 – 1 had the greatest height; T₀ and T₃ were superior in the robustness index. The greatest root length was obtained with T₁. The values obtained from the height/length relationship variable for the plants showed a high quality index for the seedlings. With T₂ the greatest dry aerial biomass was obtained. The greatest dry biomass for the root was obtained with T₂ and T₁. With T₁ the greatest dry aerial biomass/dry root biomass relationship was obtained. For the Dickson quality index, treatments T₁, T₃, and T₅ presented high quality values for the seedlings. Finally, a slight increase in the pH ranges was observed for all of the treatments, notwithstanding, the rest of the chemical indicators revealed a reduction, which was considerable for the phosphorous tenors.

Keywords: seedling quality, Brazilian fern tree, Dickson index, slenderness

I. INTRODUCCIÓN

En la selva alta del Perú, la especie forestal *Schizolobium parahyba* (Vell) S.F. Blake (pino chuncho) se viene empleando de manera muy propicia en los sistemas agroforestales por presentar características muy particulares como es su rápido crecimiento y la buena arquitectura que presenta; es considerada como una especie leguminosa con propiedades de fijar nitrógeno del ambiente, es por ello que se suele utilizar como especie para la recuperación de los nutrientes en los suelos empobrecidos. Algunos productores optan por establecer los plantones en terreno definitivo con fines de brindar funciones como cortinas o rompevientos ubicados en los linderos de los predios agrícolas y de esta manera evitan que el viento perjudique el normal crecimiento y producción de los plantones.

El suelo es el medio de crecimiento de las plántulas por naturaleza, históricamente ha sido el material más empleado en los viveros, por diversos factores tales como: su disponibilidad, bajo costo, fácil obtención, entre otros. Sin embargo, no necesariamente es el material más indicado para la producción de plántulas en el vivero. Por lo tanto, el conocimiento de las propiedades de otros sustratos diferentes al suelo es de suma importancia. Actualmente, se utilizan una gran variedad de sustratos para la producción de las plántulas, siendo algunos de los conocidos: la cascarilla de arroz, corteza de los árboles, pulpa de café, fibra de coco, turbas, aserrines y virutas, así como también; arena, grava, lombricompost, hojarasca, estiércol, entre otros. El éxito de una planificación forestal independientemente del objetivo se inicia con escoger las semillas de buena calidad para la producción de plantones de calidad a nivel de vivero, la calidad no depende únicamente de las propiedades genéticas de las semillas, sino también de las propiedades de los sustratos porque es en este medio en el cual el plantón desarrolla sus primeros estadios de vida.

En la presente investigación se pretendió encontrar el mejor sustrato para la producción de plantones de *S. parahyba* a nivel de vivero. Por lo antes mencionado, se planteó el siguiente problema de investigación: ¿el uso de diferentes sustratos influirá en la calidad de los plantones de *S. parahyba* en fase de vivero?

La hipótesis del presente trabajo radica en que, los sustratos influyen significativamente de manera positiva en la calidad de los plantones de *S. parahyba*.

1.1. Objetivo general

- Determinar la influencia de los diferentes sustratos en la calidad de plantones de *S. parahyba* (pino chuncho) en fase de vivero.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar el índice de calidad de plantones de *S. parahyba* en fase de vivero.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas del sustrato al inicio y al final del experimento

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Los suelos tropicales en la Amazonía peruana

Hay predominancia de los suelos nominados alfisoles, entisoles, inceptisoles y ultisoles. Estos últimos poseen características como su acidez, coloración rojo y amarillo con fertilidad baja, se los encuentra en mayor abundancia en lugares más elevados de la selva baja, además de terrazas antiguas. Los suelos tropicales son deficientes de sus propiedades químicas representados por sus indicadores como la materia orgánica, el nitrógeno (94,0%), el fósforo (66,0%), y el potasio, el magnesio y demás nutrimentos (64,0%), el valor porcentual de la saturación de aluminio (65%) se incrementa directamente con la profundidad del suelo, comportamiento diferente ocurre con el valor de la saturación de bases (Gros, 1981).

2.2. Vivero forestal

Ambiente, su función principal es la producción de plántones maderables que abastecen a la demanda de programas y proyectos con fines de restauración, principalmente los medios intervenidos, esta necesidad es muy exigente respecto a la calidad de los mismos para que no fracase el programa o proyecto, garantizando plantaciones homogéneas de alto rendimiento (Vásquez, 2001).

Estos ambientes están constituidos por calles, caminos y acequias. La razón de tener mayor o menor cantidad de componentes en los viveros están a razón del tamaño del área de terreno con la que se cuenta, distribuidos en un 25,0 % en infraestructura de un vivero comunal y cerca del 50,0 % en un vivero institucional (Cardona, 2000). Las vías de acceso tienen que estar bien distribuidas, debe existir camas de almácigo, así como camas de producción a raíz desnuda, con tinglado adecuado; otro recurso que garantiza el funcionamiento del vivero es el agua en cantidad y calidad (Vásquez, 2001).

2.2.1. Aspectos técnicos para un vivero

2.2.1.1. El lugar para ubicarlo

Según Cardona (2000), la determinación de construir o no un vivero en un determinado lugar depende de los aspectos siguientes: distanciamiento desde el vivero hasta el área donde se establecen los plántones, la técnica a utilizar para producir plántones, las vías de acceso, la presencia o ausencia de otros viveros, y tiene que existir un pueblo cercano al vivero donde se garantice el agua y la mano de obra.

2.2.1.2. El recurso hídrico

Consideración primordial para ubicar un vivero de producción de árboles (Vásquez, 2001), se tiene que tener consideración de dónde se va a obtener, la distancia, su caudal y la calidad de la misma.

2.2.1.3. Factores climáticos

Según Vásquez (2001), para garantizar la producción de los plántones se necesita que en dicho lugar no exista vientos fuertes, tiene que recibir la mayor cantidad de horas de luz en el día, no presentar temperaturas muy altas ni muy bajas, y no tiene que existir exceso de precipitación en la zona donde se desea instalar el vivero.

2.2.1.4. Factores edáficos

Este factor de suma importancia permite realizar mejoras de algunas características, sin embargo, se incrementaría los costos de instalación, motivo por el cual se opta por buscar suelos casi planos porque se tiene que considerar para un vivero el suelo de estructura suelta, de clase textural franco arenoso o arenoso limoso, drenaje adecuado, adecuada profundidad (60 cm), sin piedras, terreno plano y que no esté propenso a inundarse (Vásquez, 2001).

2.2.1.5. Dimensiones y formas

La dimensión de los viveros posee una dependencia con las hectáreas a establecer los plantones, la densidad y sistema de plantación, especie a producir, técnica utilizada y el periodo que perdurará el vivero; a esto se le añade casi siempre 40,0% de áreas para las infraestructuras. En caso de las formas hay cierta preferencia por el cuadrado o rectangular, aunque en la mayoría de los casos se adecuan a la forma del predio (Cardona, 2000).

2.3. Indicadores de la calidad de un plantón forestal

Considerar la calidad de un plantón cunado está estrechamente vinculado a garantizar la plantación, siendo una característica relativa por los abundantes factores que engloba la calidad; un plantón forestal es considerado de calidad cuando presente la capacidad suficiente para llegar a sobrevivir y no estresarse cuando es trasplantado en campo definitivo. La calidad está determinada por la morfología y fisiología del plantón al salir del vivero, siendo estos atributos de fácil monitoreo cuando se encuentran plantados en terreno definitivo (Pardos y Montero, 1997), dentro de ellos se destaca la sanidad, el vigor, la longitud, el diámetro basal del tallo y la proporción del vástago con la raíz, que son considerados de suma importancia al evitar la mortalidad en el área establecida (Rodríguez, 2008).

2.3.1. La altura total

Característica del vegetal que se traduce en la capacidad de realizar fotosíntesis, así como su área transpiratoria; Se considera que los individuos altos competirán con las malezas, a pesar de que exista objeciones sobre la mortalidad, aunque también se empleó antes como calidad recomiendan que se debe complementar con otros indicadores (Mexal y Landis, 1990), ya que, no considera cómo se encuentra la arquitectura de los plantones (Birchler et al., 1998). Hay recomendaciones como que en especies coníferas se tiene que utilizar plantones entre los 15 a 20 cm, mientras que, para las especies de hábito inicial cespitosos como el *Pinus engelmannii*, *P. devoniana* y *P. montezumae*, recomiendan emplear individuos inferiores a los 15 cm (Prieto et al., 2009).

2.3.2. Diámetro del tallo

Variable que representa la capacidad de transportar agua desde el suelo a la parte aérea, indica la capacidad de resistir mecánicamente y soportar elevadas temperaturas en terreno definitivo. Indicador que predice la supervivencia, determina la robustez y está asociado al vigor que garantiza la plantación; los individuos con dimensiones superiores a 5 mm son muy robustos para ciertas especies (Prieto et al., 2003 y Prieto et al., 2009). Dicho indicador predice la supervivencia en terreno definitivo, por encontrarse vinculado a la biomasa radicular, en donde un plantón por cada milímetro diametral tiene entre 5% a 7% de sobrevivencia, siendo más adecuados los plantones entre 5 a 6 mm (Mexal y Landis, 1990).

2.3.3. Índice de robustez (IR)

Variable que busca relación entre la resistencia del plantón con su capacidad de fotosíntesis (Toral, 1997; citado por Sáenz et al., 2010). Lo recomendable es que resulte inferior a seis, en donde los individuos son de pequeño porte y gruesos que representan una alta calidad, mientras que los valores más altos indican que son delgados y altos, representando plantones con crecimiento desproporcional (Rodríguez, 2008; Prieto et al., 2003 y Prieto et al., 2009). Acompañando a la longitud y diámetro del tallo, este índice favorece al prendimiento de las plantas en campo (Burdett, 1983; Thompson, 1984; Lverson, 1984 y Ritchie, 1984; citados por García, 2007).

2.3.4. Relación longitud aérea – longitud radicular (RA/LR)

Con fines de garantizar el éxito de las plantaciones, tiene que estar equilibrado la dimensión de la longitud aérea con la longitud radicular (Prieto et al., 2003), un plantón con abundante sistema radicular colonizará mayor espacio de suelo con fines de obtener nutrientes, agua y micorrizas (González, 1995), que lo realizan las raíces finas, mientras que las de mayor grosor dan soporte a los plantones (Thompson, 1985; citado por Castillo, 2001).

Una raíz en buen estado también presenta simbiosis con micorrizas en las raíces finas (Rodríguez, 2008), el agua es un recurso que inhibe o facilita el crecimiento de las raíces en las plantas (Leyva, 2008).

2.3.5. Relación biomasa aérea/ radicular (RBSA/BSR) o índice Tallo-Raíz (ITR)

La biomasa representa el desarrollo de un plantón y se relaciona con la tasa de supervivencia en terreno definitivo, muy similares a la altura y diámetro del tallo (Thompson, 1985; Vera, 1995; Mexal y Landis, 1990). Un valor igual a la unidad representa similares pesos en ambas partes del plantón, pero si el valor es más bajo, entonces hay más peso seco en el sistema radicular (Rodríguez, 2008), al respecto recomiendan que el rango de dicho índice fluctuará desde 1,5 hasta 2,5 (Thompson, 1985; citado por Orozco et al., 2010).

2.3.6. Índice de Calidad de Dickson (ICD)

Valor calculado de la integración de la biomasa del plantón (g), la robustez y la relación tallo - raíz. Se caracteriza por representar el equilibrio entre la biomasa y la robustez, con la finalidad de no escoger plantones desproporcionados y descarta individuos con poca longitud, pero de alto vigor (Dickson et al., 1960). Para las coníferas, Hunt (1990) considera que, los valores debajo de 0,15 comprometerían a las plantaciones establecidas, mientras que, García (2007) considera los valores de 0,2 para especies latifoliadas.

2.4. Sustrato

Para Tolentino (2006), es un término referido a la totalidad de material solidificado diferente al suelo, el cual se coloca a un contenedor, sea puro o mezclado, posee la función de soporte a una planta a producir que puede poseer funciones nutritivas o ser carente de ello. Ruano (2003) añade que, al seleccionar un sustrato una persona está supeditado a los factores económicos, químicos y físicos.

2.4.1. Funciones del sustrato

De acuerdo a Ruano (2003), se consideran las siguientes funciones: Capaz de absorber y retener agua, contener como mínimo los 13 nutrientes minerales principales para aportar a las plantas, alta tasa de porosidad, adecuada capacidad de intercambio catiónico; densidad aparente y rigidez del sustrato.

2.4.2. Componentes más usados en la formulación de sustratos

Los componentes orgánicos. Se utilizan para mantener la porosidad y retienen abundante agua para que no haya compactación; brindan adecuada capacidad de intercambio catiónico. Se puede emplear en distintas proporciones y muchas veces oscila en un 60%. Muchos viveristas emplean como componentes a las turbas, porque poseen diversos componentes similares. Además, utilizan aserrines, virutas, cortezas, hojas, acículas, etc. (Ruano, 2003).

Los componentes inorgánicos. adicionar elementos inorgánicos en un sustrato favorece a la aireación y buen drenaje; entre los más empleados se consideran a la vermiculita, la perlita y la arena (Ruano, 2003).

2.4.3. Propiedades de los sustratos

Las propiedades físicas. Resulta difícil modificarse como por ejemplo el color, la textura, densidad aparente, porosidad, etc., siendo su característica un factor importante para escoger al sustrato (Hine, 1991). Una adecuada porosidad favorece en la actividad fisiológica del plantón (Ansonera, 1994), en caso de no lograr la retención de humedad en un sustrato, se puede añadir materia orgánica (Hine, 1991).

Las propiedades químicas. Reciben mayor atención ya que aportan nutrientes a las plantas, en caso de no tener valores elevados se opta por fertilizarlos (Hine, 1991); se consideran indicadores importantes a los macronutrientes y micronutrientes que favorecen en la capacidad de hacer crecer a las plantas (Burés, 1997).

2.5. Los abonos orgánicos

Son importantes en los cultivos porque incrementan los valores de las propiedades físicas, químicas y biológicas del recurso edáfico; es de suma importancia debido a que se vine utilizando desde muy antes. Gandarilla (1988) indica que, al abonar orgánicamente el suelo se incrementan los niveles de materia orgánica edáfica, motivo por el cual hay una relación directa de la cantidad de abono aplicado con el porcentaje de materia orgánica edáfica (Guerrero, 1993). Para Alonso *et al.* (1996), la fertilidad de un suelo está representado

por la materia orgánica, los cuales al abonar orgánicamente traen amplios beneficios (Emmus, 1991; Kalmás y Vázquez, 1996 y Sendra, 1996) en los indicadores de los parámetros físicos, químicos y biológicos.

2.5.1. Influencia de materia orgánica en las propiedades del suelo

Propiedades físicas. Mejora la formación de agregados, siendo más permeable, en base al nivel de descomposición, la materia orgánica fresca o parcialmente descompuesta es de coloración parda, mientras que la materia orgánica descompuesta se caracteriza por ser de coloración oscura, absorbe más calor, favorece la germinación y el crecimiento de las plantas y posee mejor la capacidad de retener la humedad edáfica incluso acepta más volumen de agua.

Propiedades químicas. Aplicar materia orgánica en la capacidad del cambio del suelo junto con la arcilla resulta ser primordial, del complejo absorbente en disponibilidad de nutrientes resulta ser fuente de elementos como el nitrógeno, lo que se presenta en combinación orgánica que favorece la compensación de los suelos frente a los cambios químicos (Novak, 1990).

Tabla 1. Contenido aproximado de los elementos químicos en los abonos orgánicos.

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

N: Nitrógeno; P: Fósforo; K: Potasio; MS: Materia seca.
Fuente: Novak (1990).

2.6. Gallinaza

Según Hernández y Cruz (1993), lo consideran como un abono orgánico de alta calidad y rápida acción; está constituido por excrementos y materiales que son empleadas como camas en la crianza de aves de corral. Es relevante debido al elevado nivel nutricional que contiene, pero es muy variable entre una granja y otra, hecho que se suscitó en el manejo recibido durante la colecta. Por otro lado, se tiene bastante énfasis en la proteína cruda, que es

variable en su contenido y tiene alta dependencia con la humedad del abono debido a que las bacterias contenidas tienden a desdoblarse el ácido úrico formando amoníaco, que es muy volátil. Además, contiene abundante calcio (6,0% en promedio, hasta en algunos casos desde 10% a 12%).

Usar gallinaza mejora los suelos degradados, para el caso de suelos fértiles se mantiene la materia orgánica y estimula la actividad biológica del sistema edáfico; en suelos con acidez elevada, amortigua las condiciones químicas (FAO, 2009). Utilizar estos abonos orgánicos de granjas, se reguló en Costa Rica, donde se recomienda tratar previamente dicho producto y no contaminar el ambiente, cuidar la salud humana y animal (MINAE, 1986).

2.7. *S. parahyba* (pino chuncho)

2.7.1. Taxonomía de la especie

La especie forestal se encuentra clasificada taxonómicamente como sigue (Cronquist, 1981):

División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Subclase	: Rosidae
Orden	: Fabales
Familia	: CAESALPINIACEAE
Género	: <i>Schizolobium</i>
Especie	: <i>S. parahyba</i> (Vell) S.F. Blake
Nombre común	: Pino chuncho

2.7.2. Características morfológicas

Se caracterizan por ser individuos inermes, de gran tamaño, alcanza dimensiones desde 25 a 40 m, con D.A.P. hasta los 1,0 m. Su fuste es cilíndrico, recto, ausente de ramas precoces y ocasionalmente defectuoso; en la base se observa desde 3 hasta 5 aletas laminares, equiláteros, delgados, entre 3 hasta 6 cm de grosor, en algunos casos hay bifurcación, con coloración café amarillento, siendo su tonalidad de mayor claridad que el fuste (Parrota et al., 1995).

Presenta una corona redonda y abierta; semidenso y decidua en temporada seca. La ramificación es perpendicular al fuste y dispuesto de manera verticilada. Las ramas jóvenes son paquicaules lisas, con lenticelas pequeñas y cicatrices que dejan las hojas al caer. En el fuste se observan cicatrices transversales, generadas por el desrame (Inia, 1996; Vásquez, 1997).

Presenta hoja compuesta, bipinnada, que se disponen en espiral, se encuentran en grupos al final de las ramas; en árboles adultos, las hojas miden entre 0,40 a 1,00 m de longitud, mientras que en plantas jóvenes alcanzan hasta los 2,0 m. Cada hoja posee entre 12 a 25 pares de pinnas opuestas de 10 a 20 cm de largo, cada una con 7 a 20 pares de foliolulos opuestos entre 1,8 hasta 3,5 cm, sobre peciolulos de 1 mm. El pecíolo y los peciolulos son pulvinulados. Los foliolulos son lineales-oblongos, con el margen entero, el ápice y la base redondeada; el haz verde grisáceo y el envés verde pálido. Las yemas foliares o brotes nuevos son pegajosos al tacto en plantas jóvenes (Lorenzi, 1992).

2.7.3. Distribución geográfica y hábitat

El género *Schizolobium* se restringe al neotrópico, encontrándose desde México hasta Bolivia. Localizado en clima tropical húmedo a sub húmedo estacional, con lluvia desde los 1200 hasta los 2500 mm, la altitud varía desde 150 hasta los 1500 msnm, extendiéndose desde llanuras aluviales hasta estribaciones montañosas, pero hay reportes de su gran adaptabilidad distintas variaciones fisiográficas (Embrapa Florestas, 2005).

2.7.4. Características ecológicas

El pino chuncho es heliófita (Reynel et al., 2003; Toledo y Rincón, 1996), con rápido crecimiento, proliferando en bosques secundarios, bosques aluviales de terrazas altas y en márgenes de ríos de aguas negras, rara vez se encuentran en bosques ribereños inundables (Toledo y Rincón, 1996).

2.8. Antecedentes

En el distrito de Pueblo Nuevo, Gonzales (2011) estudió al pino chuncho asociado al género *Heliconia*, utilizó guano de las islas (0, 50 y 100 g). Mejores resultados encontraron al utilizar 100 g de dicho abono orgánico, con dimensiones de 48,1 cm respecto a la altura total y 1,07 cm de diámetro del tallo, valores alcanzados a seis meses posteriores al establecimiento en terreno definitivo.

En estudios a nivel de vivero, Apaza (2010) probó sustratos conformados por arena, aserrín y tierra negra en proporciones de 2-2-1 en donde utilizó dos tipos de envases (bolsas de polietileno y tubetes). Registró que, la altura total fue de 19,08 cm al utilizar bolsas de polietileno y 26,13 cm en caso de producir plantones en tubetes, valores considerados a una edad de 50 días posteriores al repique.

Reportes en la provincia de Oxapampa lo tienen Palomino y Barra (2003), en donde a la especie lo consideraron con incremento de 20 a 30 cm a los 60 días de sembrado.

En una especie agrícola, Orozco y Thienhaus (1996) utilizaron gallinaza en plantas jóvenes de *Theobroma cacao* L con dosis de 454, 908 y 1.362 g/árbol/ aplicación), un testigo (100 g/árbol de 15-15-15, más 100 g/árbol de urea al 46%) y un testigo absoluto sin abono. Encontraron que, el uso de 1.362 g de gallinaza favoreció la producción inicial, así como el diámetro del tallo. Recomiendan no aplicar la gallinaza fresca por su elevado contenido de nitrógeno soluble, pudiendo quemar parte de las raíces de la planta. En caso de *Coffea arabica* L., Fischersworing y Roßkamp (2001) recomiendan que, se debe aplicar gallinaza compostada entre 1,0 a 2,0 kg en la plantación, pero se debe complementar la fertilización porque la gallinaza no es un abono orgánico equilibrado. Además, elevados niveles de cal modificarían el pH del suelo, perjudicando la disponibilidad de elementos menores.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se ejecutó en el vivero agroforestal Flor del Edén, situado políticamente en el distrito de Pueblo Nuevo, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco. La misma que se encuentra ubicada en las coordenadas UTM (Zona 18 L, Datum WGS 84); E: 384512 y N: 8996075; 597 m.s.n.m.

3.1.1. Condiciones climáticas y zona de vida

El distrito de Pueblo Nuevo hasta diciembre del año 2020 registra 3,936.8 mm de precipitación promedio anual variando en intensidad, duración y frecuencia; asimismo, se registra un 84.3% de Humedad Relativa media anual con 30.1 °C de temperatura máxima, 20.4 °C de temperatura mínima y 25.2 °C de temperatura promedio. El área de influencia está enmarcada a la zona de vida de transición: bosque muy húmedo – Pre montano Tropical (bmh-PT) a transicional bosque húmedo – Tropical (bh-T) (Holdrige, 1994).

3.1.2. Suelos

De acuerdo a sus particularidades edafológicas, los suelos del distrito presentan aptitud para realizar cultivos en limpio como frutales, arroz, plátano, pastos, cacao y especies vegetales nativas, esto debido a su formación aluvial, son fértiles, muy profundos y ligeramente alcalinos. Por lo tanto, se caracterizan en aquellos suelos que se desarrollaron originalmente a causa de agentes meteóricos en los diferentes tipos de sustratos, siendo notorio que las áreas de la zona, se encuentran cubiertas por suelos sobre una formación sedimentaria e intrusiva.

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Materiales y equipos

Se consideró el uso como material genético a las semillas de la especie forestal *S. parahyba* con 10 días de edad desde la germinación. Entre los insumos se consideró a la

gallinaza y el suelo agrícola; mientras que, entre las herramientas, se utilizó al vernier digital, cámara fotográfica, wincha de 5 m, libreta de apunte, sacabocado, bureta, bisturí, bolsa de polietileno, machete y etiquetas.

3.2.2. Metodología

3.2.2.1. Instalación del experimento

- a. **Obtención de plántulas:** La obtención de plántulas se realizó haciendo uso de una cama germinadora de 1m x1m. Las semillas se sometieron a un tratamiento pre germinativo, el cual consistió en sumergir en agua caliente de 100°C y se dejó en reposo por tiempo de 24 horas, luego se puso las semillas en la cama germinadora para que germinen. Seguidamente, se ha monitoreado hasta que las plántulas tengan aproximadamente 10 cm de altura, luego las plántulas fueron repicadas a las bolsas que estuvieron en las camas del vivero.
- b. **Preparación del sustrato:** Para la preparación del sustrato establecido en la presente investigación, se utilizó tierra agrícola + arena + gallinaza en cuatro proporciones diferentes. Posterior a la preparación de los sustratos calificados como unidades experimentales, se procedió a la desinfección del sustrato a través de un tratamiento químico, haciendo uso del Cupravit. El sustrato en mención en principio fue mezclado y homogenizado de acuerdo a las proporciones establecidas y también incluidas al producto químico (Cupravit).
- c. **Repique de las plántulas:** La actividad de repique de las plántulas se realizó en horas de la mañana aproximadamente a las 7:00 am, con la finalidad de evitar el estrés por las altas temperaturas. La actividad consistió en extraer las plántulas de la cama germinadora cogiéndolos de la parte del cuello del tallo para

evitar que se lesione las hojas, luego con la ayuda de un repicador de madera se realizó un hoyo en la parte central de la bolsa con sustrato, con una profundidad del hoyo de 2,5 cm aproximadamente, para luego ubicar la plántula en forma vertical y apretando alrededor de la raíz para impedir que se forme espacios grandes de aire.

- d. Análisis del sustrato.** Como parte de la evaluación en el presente ensayo y en cumplimiento de uno de los objetivos específicos se consideró realizar la determinación de las características físicas y químicas de los sustratos antes y después del ensayo experimental, por tanto, se tomó una muestra representativa de un kilogramo por tratamiento antes y después de culminado el ensayo experimental, la cual posteriormente fue codificado y llevado al laboratorio de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su análisis correspondiente.

3.2.2.2. Labores culturales

Para un excelente desarrollo de los plantones, se provisionó escenarios adecuados tales como ventilación, luz y humedad. Asimismo, correspondiente al riego de los plantones, esta actividad fue realizada cada 2 días y siempre teniendo en consideración las necesidades hídricas del plantón. Asimismo, posterior a los 30 días de edad de los plantones se proporcionó mayor porcentaje de luz. Como control fitosanitario se realizó la limpieza de malezas presentes en la superficie del sustrato de cada plantón.

3.2.2.3. Tratamientos del estudio

De acuerdo con los objetivos planteados en la presente investigación, los tratamientos planteados se detallan en la Tabla 2. Para definir los tratamientos se tomó como referencia la investigación de Prasad, Sah y Bhandari (Prasad et al., 1986; citado por Alvarado, 2006).

Tabla 2. Tratamientos considerados en el experimento.

Código	Composición	Proporción/m³
T ₀	Suelo agrícola	Testigo
T ₁	Suelo agrícola - arena - gallinaza	4 - 2 - 1
T ₂	Suelo agrícola - arena - gallinaza	3 - 2 - 1
T ₃	Suelo agrícola - arena - gallinaza	3 - 2 - 2
T ₄	Suelo agrícola - arena - gallinaza	4 - 3 - 2
T ₅	Suelo agrícola - arena - gallinaza	2 - 3 - 2

S.A.: Suelo agrícola; A: Arena; G: Gallinaza

3.2.2.4. Diseño del experimento y análisis estadístico

Para el presente ensayo experimental se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA). Las particularidades evaluadas de cada uno de los elementos estuvieron sometidos al comparador de medias (prueba de Rangos Múltiples de DGC), manipulada para efectuar comparaciones múltiples de medias con un nivel de confianza del 95% de probabilidad.

Las características de la parcela experimental fueron:

- Número de tratamientos por repetición : 6
- Numero de repeticiones : 5
- Números de plántulas por tratamiento : 40
- Total de plántulas evaluadas : 240

El Modelo aditivo lineal estuvo constituido por la ecuación:

$$Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$$

Siendo:

Y_{ij} = Respuesta del i-ésimo tratamiento en la investigación

u = Media general

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

E_{ij} = Efecto aleatorio del error

Tabla 3. Esquema del ANVA.

FV	GL	SC	CM	F Calculado
Tratamiento	(t-1)	SCtrat	CMtrat	CMtra/CMee
Error experimental	t(r-1)	SCee	CMee	
Total	tr-1	SCtotal		

t: tratamientos; r: repeticiones; SC: Suma de cuadrados; CM: Cuadrado medio

3.2.2.5. Variables evaluadas

Para la investigación acerca de la influencia de diferentes dosis de abono orgánico como sustrato en el crecimiento y capacidad de absorción de *S. parahyba* las variables a evaluar estuvieron distribuidas en dependientes e independientes.

Variable independiente (X)

- Indicador: X1: Pino chuncho

Variable dependiente (Y)

- Indicador: Y1: Crecimiento de plantones
- Indicador: Y2: Biomasa de la especie forestal
- Indicador: Y3: Propiedades fisicoquímicas del sustrato

3.2.2.6. Evaluación de altura y diámetro

Se realizaron cuatro mediciones de altura y diámetro de tallo de los plantones de Pino Chuncho, estas actividades se ejecutaron después de los 15 días de haberse realizado el repique de las plántulas en las bolsas con los diferentes sustratos, asimismo, la toma de medición se efectuó cada 15 días durante el periodo de evaluación. Es preciso indicar que para la variable altura del plantón resultó al medir: desde la base del tallo hasta el ápice del plantón con la ayuda de una wincha. La medición de la variable diámetro de tallo se efectuó con un vernier digital, a una altura de 2 cm de la base del tallo.

3.2.2.7. Longitud radicular

La longitud radicular de los plantones se realizó al culminar el trabajo de campo, para lo cual se seleccionó cinco plantones por tratamiento. Donde esta variable se realizó a partir del cuello del plantón hasta el extremo de la raíz principal.

3.2.2.8. Biomasa de la parte aérea y del sistema radicular

Para obtener estos datos, se separaron tanto la parte aérea y radicular de los plantones, haciendo uso de una tijera podadora, donde se registró el peso húmedo con una balanza digital. Después se puso cada componente por separado en sobres de papel, teniendo en cuenta que cada sobre tuvo la parte aérea de los plantones por repetición y tratamiento en estudio, de la misma manera se realizó para la parte radicular, para lo cual se obtuvieron 35 sobres con la parte aérea y 35 con el componente radical de los plantones, después fueron colocados en la estufa a 70 °C para su respectivo secado por un periodo de 72 horas, para registrar el peso seco.

3.2.2.9. Índices de calidad de los plantones según atributos morfológicos

Con las variables antes referidas, se calcularon los siguientes índices de calidad de los plantones por tratamiento: Relación altura/diámetro del cuello de la raíz o Índice de robustez (IR). Relaciona la altura (cm) y el diámetro del cuello al nivel de la raíz (mm) del plantón, y fue determinada con la fórmula propuesta por Roller (Roller, 1977).

$$IR = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro al nivel del cuello de la raíz (mm)}}$$

Relación tallo/raíz o biomasa seca aérea/biomasa seca raíz (R BSA/BSR). Refleja el desarrollo del plantón en vivero, la misma que fue calculada mediante la fórmula planteada por Herman (1964)

$$R\ BSA/BSR = \frac{\text{Biomasa seca aérea (g)}}{\text{Biomasa seca raíz (g)}}$$

Índice de Calidad de Dickson (ICD). Reúne varios atributos morfológicos en un solo valor que es usado como índice de calidad; a mayor valor de índice mejor calidad del plantón. Su cálculo se realizó con la fórmula sugerida por Dickson et al. (1960):

$$ICD = \frac{\text{Peso seco total de la planta (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro cuello de la raíz (mm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aérea (g)}}{\text{Peso seco raíz (g)}}$$

La clasificación de los índices de calidad para los atributos morfológicos de latifoliadas se presenta en el **Tabla 4**.

Tabla 4. Clasificación de los índices de calidad para atributos morfológicos

Atributo	Indicadores	Categorías de la calidad		
		Alta	Media	Baja
Morfológico	Altura del tallo (cm)	≥ 15,0	12,0 – 14,9	< 12,0
	Diámetro basal del tallo (mm)	≥ 5,0	2,5 – 4,9	< 2,5
	Índice de robustez	< 6,0	6,1 – 7,9	≥ 8,0
	Rel. altura/longitud de raíz	≤ 2,0	2,1 – 2,5	> 2,5
	Rel. biomasa aérea/ radicular	1,5 – 2,0	2,1 – 2,5	> 2,5
	ICD	≥ 0,50	0,49 – 0,20	< 0,20

Fuente: Santiago et al. (2007), CONAFOR (2009) y Sáenz et al. (2010).

3.2.2.10. Propiedades fisicoquímicas del sustrato

Se realizó el muestro de los sustratos utilizados en el presente ensayo experimental, esta actividad se efectuó antes y después de iniciado y culminado la investigación. Posteriormente las muestras obtenidas fueron enviadas al laboratorio de Análisis de Suelos perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva para su análisis correspondiente.

En la **Tabla 5** se presenta los parámetros y métodos para la determinación de las propiedades físicas y químicas de los sustratos.

Tabla 5. Propiedades fisicoquímicas del sustrato.

Indicadores	Métodos
Textura	Método del hidrómetro
Reacción del suelo (pH)	Método del potenciómetro 1:1
Nitrógeno total	% M.O. x 0.045
Fósforo disponible	Método de Olsen Modificado. Extracto NaHCO ₃ 0.5 M, pH 8.5
Potasio disponible	Método del Ácido sulfúrico 6N
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	Método de Acetato de Amonio 1N. pH: 7.0 (suelos con pH > 5.5).
(CICe).	Desplazamiento con KCl 1 N (Suelos con pH < 5.5)

3.2.2.11. Fase de gabinete

Los datos colectados de las diferentes evaluaciones durante el periodo de la investigación fueron ordenados en primera instancia, luego se procesó para la obtención de la media y los gráficos mediante el programa Microsoft Excel 2010. La variación total de los resultados experimentales del diseño completo al azar (DCA) fueron estudiados mediante el análisis de varianza (ANVA) a un nivel de significancia del 95% en el software Infostat.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Índice de calidad de plantones de *S. parahyba* repicados en diferentes sustratos

4.1.1. Altura tallo

Posterior a la instalación y culminación del ensayo experimental a los 60 días, los resultados indican que para el análisis de varianza a un 95% de probabilidad estadística existió diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$) respecto a la variable altura del tallo de los plantones de *S. parahyba* por efecto de las diferentes proporciones de los materiales de suelo agrícola, arena y gallinaza utilizados en el experimento (**Tabla 6**).

Tabla 4. Análisis de varianza de la variable altura de plantones de *S. parahyba*, repicados en diferentes sustratos.

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
Tratamientos	29,66	5	5,931	16,092	0,0001*
Error	8,85	24	0,369		
Total	38,5	29			

*Significancia estadística altamente ($p < 0.05$).

En la **Tabla 7**, se muestra la prueba de comparación de medias DGC, ya que se desea saber cuál de los tratamientos es superior con respecto a la variable altura, donde el tratamiento (T1) conformado por suelo agrícola + arena + gallinaza en relación 4 – 2 – 1 obtuvo mayores promedios con una altura total de 16,05 cm., seguido por el tratamiento (T2) conformado la relación de 3 – 2 – 1 (SA – A – G) quien obtuvo una altura total de 14,15 cm. Sin embargo, el tratamiento conformado solamente por suelo agrícola obtuvo el menor promedio con 12,81 cm de altura total para la especie en estudio (**Tabla 7**).

Tabla 5. Prueba de DGC de comparación de medias de la variable altura (cm) total de *S. parahyba*, repicados en diferentes sustratos

OM	Tratamiento	N	Media	Sig
1	T ₁	5	16,05	a
2	T ₂	5	14,15	b
3	T ₄	5	13,79	b
4	T ₅	5	13,74	b
5	T ₃	5	13,57	b
6	T ₀	5	12,81	c

Letras diferentes muestran significancia estadística.

De los resultados se desprende que los tratamientos (T1) conformado por suelo agrícola + arena + gallinaza en relación 4 – 2 – 1 y el tratamiento (T2) conformado la relación de 3 – 2 – 1 (SA – A – G) obtuvieron mayores alturas. Es importante considerar que la altura de un plantón debe regirse en función de la zona donde se instaló en campo definitivo (Prieto *et al.*, 2009). Asimismo, teniendo en cuenta que la altura del plantón está relacionada con su capacidad de fotosíntesis y transpiración.

Por su parte, Apaza (2010) reporta promedios de altura de pino chuncho de 19.08 cm en bolsa y en tubetes de 26.13 cm en un periodo de evaluación de 50 días, atribuyendo este comportamiento a la competencia entre plantones respecto a la densidad. Sin embargo, se debe considerar que para su evaluación se utilizaron sustratos conformados por arena, aserrín y tierra negra (2-2-1). Sus resultados difieren de los obtenidos en la presente investigación, puesto que las características físicas de los sustratos utilizados por el autor son de textura suelta, asimismo, un mayor número de plantones por metro cuadrado, repercutiendo en los plantones por la competencia de la fuente luminosa debido al fototropismo positivo. A pesar de haber obtenido mayores promedios en altura de plantones en los tratamientos T1 y T2 es recomendable no aplicar gallinaza fresca debido a su elevada volatilidad del nitrógeno, ya que en ese estado se calienta al ser revuelta con la tierra, ocasionando quemadura en las raíces de los plantones durante el proceso de embolsado o siembra definitiva en el terreno.

4.1.2. Diámetro del tallo

Después de 60 días de evaluación a los plántones de pino *S. parahyba*, repicados en diferentes sustratos, donde mostraron diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$), lo que indica que al menos un sustrato tiene efecto diferente con respecto a la evaluación del diámetro del tallo de plántones de *S. parahyba* (**Tabla 8**).

Tabla 6. Análisis de varianza de la variable diámetro del tallo de *S. parahyba*, repicados en diferentes sustratos.

FV	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	5	86,82	17,36	74,63	<0,0001*
Error	24	5,58	0,23		
Total	29	92,40			

*Significancia estadística ($p < 0,05$).

A continuación, se detalla los valores promedios de la variable diámetro del tallo de plántones de *S. parahyba*, repicados en diferentes sustratos (**Tabla 9**).

Tabla 7. Prueba de DGC de comparación de medias de diámetro del tallo (mm) de *S. parahyba*, repicados en diferentes sustratos

OM	Tratamiento	N	Media	Sig
1	T ₂	5	6,92	a
2	T ₄	5	5,93	b
3	T ₁	5	3,74	c
4	T ₅	5	3,67	c
5	T ₃	5	2,54	d
6	T ₀	5	2,27	d

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas entre tratamientos ($p > 0,05$).

Al final de la evaluación (60 días después de la instalación), el tratamiento (T₂) en relación 3 – 2 – 1 de suelo agrícola + arena + gallinaza obtuvo mayor promedio (6,92 mm), seguido por el T₄ (4 suelo agrícola, 3 arena y 2 gallinaza) con un diámetro de 5,93 mm, mientras que los valores menores fueron de los tratamientos T₀ (Suelo agrícola) y T₃ (3 Suelo

agrícola – 2 arena – 2 gallinaza) con diámetros de 2,27 y 2,54 mm respectivamente (**Tabla 9**). El diámetro de los plantones es de suma importancia en la calidad porque permite predecir la supervivencia de estos, posteriormente a la instalación en campo definitivo y al ser considerado un factor importante en la estimación de biomasa radicular. Por lo tanto, refleja el comportamiento de la altura, define la producción de biomasa aérea y radicular y es asociado con el vigor del plantón. Por su parte Mexal y Landis (1990) manifiestan que las plántulas con mayor diámetro manifiestan altas tasas de supervivencia, evidenciándose que los plantones de 5 a 6 mm de diámetro muestran una tasa de supervivencia superior al 80%. En tal sentido, los diámetros obtenidos en el presente ensayo experimental se encuentran por encima del rango estimado por el autor. Asimismo, estos plantones con diámetro superior a los 5 mm se caracterizan por ser más resistentes al doblamiento y soportar aquellos daños causados por plagas y fauna nociva (Prieto et al., 2003 y Prieto et al., 2009).

4.1.3. Índice de robustez (IR)

Existe un 95 % de probabilidad estadística para la variable índice de robustez de los plantones de *S. parahyba*, repicados en diferentes sustratos, el análisis de varianza ha determinado que a los 60 días después de la instalación, no se registró diferencias estadísticas significativa (**Tabla 10**).

Tabla 8. Análisis de varianza de la variable índice de robustez de *S. parahyba* repicados en diferentes sustratos.

FV	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	5	60,47	12,09	27.81	0,0001*
Error	24	10,44	0,43		
Total	29	5,69			

*Significancia estadística (p <0,05).

La relación entre la altura del plantón y el diámetro del tallo o índice de robustez, presentaron diferencias estadísticas a los 60 días, donde T0 obtuvo mayor valor con 5,72 y T3 conformado por la relación 3suelo agrícola – 2 arena -2 gallinaza con 5,56. Mientras que, el menor valor fue registrado por el T2 conformado por la relación 3 suelo agrícola – 2 arena – 1 gallinaza, con un valor de 2,05 (**Tabla 11**).

Tabla 9. Prueba de DGC de comparación de medias de la variable índice de robustez de *S. parahyba* repicados en diferentes sustratos.

OM	Tratamiento	N	Media	Sig
1	T ₀	5	5,72	a
2	T ₃	5	5,56	a
3	T ₁	5	4,31	b
4	T ₅	5	3,84	b
5	T ₄	5	2,33	c
6	T ₂	5	2,05	c

Letras diferentes muestran significancia estadística.

La relación entre la altura del plantón y el diámetro del tallo o índice de robustez presentó diferencias para cada uno de los tratamientos por efecto de las diferentes proporciones de sustratos, se observó que el tratamiento (T₀) suelo agrícola y (T₃) conformado por la relación 3 – 2 – 2 (SA – A – G) mostró mayores valores con 5,72 y 5,56 respectivamente, clasificándose en el rango de plantones de calidad alta. Por tanto, los plantones de estos tratamientos presentan alta capacidad fotosintética (Toral, 1997). Asimismo, presentan resistencia a la deshidratación por el viento, excelente supervivencia y elevada tasa de crecimiento en zonas húmedas (Rodríguez, 2008). Los índices de robustez con valores altos caracterizan a aquellos plantones con desproporciones entre altura y diámetro, generando problemas de tallos elongados con diámetros delgados (Prieto *et al.*, 2003 y Prieto *et al.*, 2009). Por otra parte, aquellos plantones de mayor tamaño crecen mejor que las más pequeñas; sin embargo, un plantón más grande no tiene la capacidad de sobrevivencia como la de menor tamaño (Burdett, 1983; Thompson, 1984; Lverson, 1984 y Ritchie, 1984; citados por García, 2007).

4.1.4. Longitud radicular

A los 60 días después de realizado el repique de plántulas de Pino Chuncho, a un 95% de probabilidad estadística estos mostraron alta diferencia estadística entre los promedios de los tratamientos respecto a la variable longitud de la raíz, lo que indica que algún tratamiento es diferente a otro con respecto a la longitud radicular (**Tabla 12**).

Tabla 10. Análisis de varianza de la variable longitud de raíz principal de plantones de *S. parahyba*, repicados en diferentes sustratos.

FV	GL	SC	CM	Sig.
Tratamiento	5	24,98	5,00	<0,0001*
Error	24	4,89	0,20	
Total	29	29,86		

*Significancia estadística (p <0.05).

Al encontrar diferencias altamente significativas entre los promedios de longitud radicular por efecto de los tratamientos, en la **Tabla 13** se muestra la prueba DGC, donde el T1 (4 suelo agrícola - 2 arena - 1 gallinaza) y T2 (3 suelo agrícola - 2 arena - 1 gallinaza) fueron superior estadísticamente a los demás tratamientos con valores de 13,48 cm y 13,71 cm respectivamente, mientras que el menor valor fue para el T0 con un promedio de 10,96 cm.

Tabla 11. Prueba de DGC de comparación de medias de la longitud de raíz (cm) principal de *S. parahyba*, repicados en diferentes sustratos.

OM	Tratamiento	N	Media	Sig
1	T ₁	5	13,48	a
2	T ₂	5	13,71	a
3	T ₄	5	12,07	b
4	T ₅	5	12,46	b
5	T ₃	5	12,61	b
6	T ₀	5	10,96	c

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

Se puede afirmar que en ambos tratamientos se observa que al aplicar la misma proporción de gallinaza se obtiene mayores promedios de longitud radicular, a diferencia de aplicar en mayor cantidad, esto es debido a que los organismos consumen lo que fisiológicamente requieren en su nutrición. Asimismo, la gallinaza se caracteriza por ser un fertilizante orgánico concentrado, conteniendo nutrientes básicos y de rápida acción Hernandez y Cruz (1993).

Inmerso a su composición química la gallinaza presenta un alto contenido de calcio, alcanzando valores con un promedio de 6 % y en casos particulares se observan valores del 10-12 %. Por lo que es preciso indicar que el calcio activa y regulariza la división y el alargamiento celular, siendo indispensable en el desarrollo de la raíz, el fruto, etc. (FAO, 2009).

4.1.5. Relación altura de tallo/longitud de raíz

A los 60 días después de realizado el repique de plántulas de Pino Chuncho, a un 95 % de probabilidad estadística no existió diferencia estadística entre los promedios de los tratamientos respecto a la variable relación altura/longitud de los plantones de *S. parahyba* (Tabla 14).

Tabla 12. Análisis de varianza de la variable relación altura/longitud de los plantones de *S. parahyba*, repicados en diferentes sustratos

FV	GL	SC	CM _a	Sig.
Tratamiento	5	0.02	4.7E-03	0.9996 ^{ns}
Error	24	3.96		
Total	29	3.98		

*Significancia estadística ($p < 0.05$); ns: no significativo

Posterior a la evaluación de las variables en estudio, no existió diferencia estadística entre promedios de los tratamientos respecto a la variable relación altura/longitud de los plantones de *S. parahyba* por efecto de diferentes proporciones de sustratos del suelo agrícola, arena, gallinaza, pero numéricamente el T4 (4 suelo agrícola – 3 arena – 2 gallinaza) fue superior con 1,03 (Tabla 15).

Tabla 13. Prueba de DGC de comparación de medias de relación altura/longitud de los plántones de *S. parahyba*, repicados en diferentes sustratos.

OM	Tratamiento	Media	Sig
1	T ₃	1.03	a
2	T ₁	1.02	a
3	T ₅	1.00	a
4	T ₀	0.98	a
5	T ₂	0.97	a
6	T ₄	0.95	a

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

A pesar de no existir efecto de las diferentes proporciones de sustratos de suelo agrícola, arena, gallinaza sobre los tratamientos en estudio, los valores obtenidos de la variable relación altura/longitud de los plántones muestran un índice de calidad alta de *S. parahyba*. Este indicador permite evaluar el éxito de la plantación en campo definitivo y es como tal, quien indica un equilibrio existente entre la parte aérea y el sistema radicular del plánton (Prieto et al., 2003).

El éxito del crecimiento y la mayor probabilidad de los plántones para explorar el suelo con la finalidad de captar agua y nutrientes está directamente relacionada a la amplitud del sistema radicular del plánton (González, 1995). Asimismo, el sistema de raíces finas es la zona donde se concreta la actividad fisiológica de absorción de agua y nutrientes, al caracterizarse por ser más activas y permeables frente a aquellas raíces gruesas, cuyo fin principal de estas últimas es la fijación del plánton (Thompson, 1985; citado por Castillo, 2001).

Por lo tanto, los resultados en la calidad del plánton referente a la variable relación altura y longitud de la raíz bajo condiciones de diferentes proporciones de sustratos de suelo agrícola, arena y gallinaza permite confirmar una alta probabilidad de supervivencia de los plántones en campo definitivo.

4.1.6. Biomasa seca aérea

A un 95 % de probabilidad estadística existió diferencia estadística entre los promedios de los tratamientos respecto a la variable biomasa seca aérea de pláctones de *S. parahyba* (**Tabla 16**).

Tabla 14. Análisis de varianza de la variable biomasa seca aérea (g) de *S. parahyba*, repicados en diferentes sustratos.

FV	GL	SC	CM _a	Sig.
Tratamiento	5	0,82	0,16	0,4413 ^{ns}
Error	24	3,94	0,16	
Total	29	4,75		

*Significancia estadística ($p < 0.05$); ns: no significativo

En la **Tabla 17** se muestra la prueba de DGC de comparación de medias, donde no existen diferencias estadísticas, sin embargo numéricamente el tratamiento (T2) en relación 3 – 2 – 1 de suelo agrícola + arena + gallinaza obtuvo mayor promedio (2,73 g), seguido por los tratamientos T0, T3 y T4 quienes mostraron promedios intermedios, cuyos valores oscilan en el rango de 2,38 – 2,40 g. finalmente, los tratamiento T1 y T5 mostraron menor promedio cuyos valores se enmarcan en el rango de 2,19 a 2,29 g (**Tabla 17**).

Tabla 15. Prueba de DGC de comparación de medias de biomasa seca aérea (g) de pláctones de *S. parahyba*, repicados en diferentes sustratos.

OM	Tratamiento	Media	Sig
1	T ₁	2,73	a
2	T ₄	2,40	a
3	T ₃	2,39	a
4	T ₀	2,38	a
5	T ₅	2,29	a
6	T ₁	2,19	a

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

El tratamiento (T2) en relación 3 – 2 – 1 de suelo agrícola + arena + gallinaza obtuvo mayor promedio numérico con (2,73 g) de biomasa seca aérea de los plántones de *S. parahyba*. Sin embargo, se observa un segundo grupo conformado por los tratamientos T0, T3 y T4 quienes mostraron promedios intermedios (de 2,38 – 2,40 g) (**Tabla 17**). Esta variable es un indicador de la productividad de las plantaciones forestales, la cual permite conocer su estado de desarrollo y el potencial de rendimiento en volumen.

4.1.7. Biomasa seca de la raíz

Posterior a la instalación y culminación del ensayo experimental a los 60 días del repique de plántulas de Pino Chuncho. Los resultados indican que para el análisis de varianza a un 95 % de probabilidad estadística no se reportó diferencias numéricas entre los promedios de los tratamientos respecto a la variable biomasa seca raíz de los plántones de *S. parahyba* por efecto de las diferentes proporciones de los materiales de suelo agrícola, arena y gallinaza (**Tabla 18**).

Tabla 16. Análisis de varianza de la variable biomasa seca de la raíz (g) de *S. parahyba*, repicados en diferentes sustratos.

FV	GL	SC	CM _a	Sig.
Tratamiento	5	2,8E-03	5,6E-04	>0,9999 ^{ns}
Error	24	2,69	0,11	
Total	29	2,69		

*Significancia estadística (p <0.05); ns: no significativo

En la **Tabla 19** se muestra la prueba DGC, donde todos los tratamientos tienen el mismo efecto con respecto a la biomasa seca de raíz, pero numéricamente, los tratamientos (T2) en relación 3 – 2 – 1 de suelo agrícola + arena + gallinaza y el tratamiento (T1) conformado por la relación 4 – 2 – 1 (SA – A – G) obtuvieron mayores promedios (0,93 g) respecto a los demás tratamientos (**Tabla 19**).

Tabla 17. Prueba de DGC de comparación de medias de biomasa seca raíz (g) de los plantones de *S. parahyba* repicados en diferentes sustratos.

OM	Tratamiento	Promedio (g)	Significancia
1	T ₂	0,93	a
2	T ₁	0,93	a
3	T ₄	0,91	a
4	T ₃	0,91	a
5	T ₅	0,91	a
6	T ₀	0,91	a

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

Los tratamientos (T₂) en relación 3 – 2 – 1 de suelo agrícola + arena + gallinaza y el tratamiento (T₁) conformado por la relación 4 – 2 – 1 (SA – A – G) obtuvieron mayores promedios (0,93 g) de biomasa seca de la raíz de plantones de *S. parahyba*. Siendo está muy importante ya que crece dentro del perfil del suelo, absorbiendo el agua y los nutrientes para posteriormente ser transportados a la parte aérea del plantón y de esta manera proporcionar el soporte físico para el plantón (Prieto *et al.*, 2003).

El peso seco es un indicador firme al ser relacionado entre el peso seco de la parte aérea con el peso seco del sistema radical (Thompson, 1985; Vera, 1995; Mexal y Landis, 1990).

4.1.8. Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz

De igual manera para la relación biomasa seca aérea raíz/biomasa seca raíz de los plantones de *S. parahyba*, no se reportó diferencia estadística entre los diferentes tratamientos (Tabla 20).

Tabla 18. Análisis de varianza de la variable relación biomasa seca aérea /biomasa seca raíz de los plantones de *S. parahyba*, repicados en diferentes sustratos.

FV	GL	SC	CM_a	Sig.
Tratamiento	5	0,93	0,19	0,3364 ^{ns}
Error	24	3,69	0,15	
Total	29	4,61		

*Significancia estadística (p <0.05); ns: no significativo

La no existencia de la diferencia estadística obedece a que todos los tratamientos tienen efecto similar estadísticamente, sin embargo, numéricamente el tratamiento (T2) obtuvo el mayor valor (2,94). Asimismo, los tratamientos T0, T3, T4 y T5 mostraron valores medios en el rango de 2,51 a 2,64. Finalmente, se observó que el tratamiento (T1) obtuvo menor promedio (2,36) (**Tabla 21**).

Tabla 19. Prueba de DGC de comparación de medias de la relación biomasa seca aérea /biomasa seca raíz

OM	Tratamiento	Media	Sig
1	T ₂	2,94	a
2	T ₄	2,64	a
3	T ₀	2,63	a
4	T ₃	2,61	a
5	T ₅	2,51	a
6	T ₁	2,36	a

Letras diferentes muestran diferencias estadísticas.

Los resultados indican que el tratamiento T2 (3 suelo agrícola – 2 arena – 1 gallinaza) muestra valores superiores de la variable relación de biomasa seca aérea/biomasa seca raíz de los plantones de *S. parahyba* referente a la calidad de éstos, mientras que los demás tratamientos muestran índices de calidad baja. Por lo que, los plantones producto de la concentración del tratamiento T2 brindaron mayor porcentaje de supervivencia en campo definitivo.

Una relación igual a uno, significa que la biomasa aérea es igual a la subterránea; pero si el valor es menor a uno, entonces la biomasa subterránea es mayor que la aérea; al contrario, si el valor es mayor a uno, la biomasa aérea es mayor que la subterránea (Rodríguez, 2008), por lo que una excelente relación de biomasa seca aérea/biomasa seca raíz de los plantones debe fluctuar entre el rango de 1,5 y 2,5, ya que, los valores mayores exteriorizan desproporciones y la presencia de un sistema radicular escaso para suministrar energía a la fracción aérea del plantón; ocasionando problemas de supervivencia en zonas con precipitaciones escasas (Thompson, 1985; citado por Orozco et al., 2010).

4.1.9. Índice de calidad de Dickson

El índice de calidad de Dickson muestra niveles altos para los diferentes tratamientos de los plantones de *S. parahyba*, repicados en diferentes tratamientos (**Tabla 22**).

Tabla 20. Índice de calidad de Dickson de *S. parahyba*, repicados en diferentes sustratos.

OM	Tratamiento	Valor	Índice de calidad de Dickson
1	T ₁	0,402	Media
2	T ₂	0,465	Media
3	T ₃	0,736	Alta
4	T ₄	0,411	Media
5	T ₅	0,671	Alta
6	T ₀	0,514	Alta

Los resultados del presente ensayo experimental muestran que las diferentes concentraciones del suelo agrícola, arena y gallinaza ejercen un efecto positivo en la calidad de los plantones de *S. parahyba*, a pesar de haber observado mayores valores en las diferentes variables de estudio. El índice de calidad de Dickson muestra el equilibrio existente de la distribución de masa y robustez del plantón, evadiendo elegir los plantones desproporcionados y quitar los de menor altura, teniendo en cuenta que deben ser de mayor vigor (Dickson *et al.*, 1960).

4.1.10. Calidad de los plántones de *S. parahyba* repicados en diferentes sustratos

La calidad del plantón muestra que el tratamiento (T1) en relación 4 – 2 – 1 de suelo agrícola + arena + gallinaza ostenta valores altos (16,05), mientras que los demás tratamientos presentan plántones de calidad media. Respecto al diámetro basal los tratamientos T2 y T4 muestran valores enmarcados en el rango de calidad alta. Consecuentemente, el índice de robustez o relación altura/diámetro basal muestran valores de calidad alta. Para la relación altura/longitud de raíz; los tratamientos en estudio mostraron valores de calidad del plantón. Para la variable relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz del tratamiento T2 mostró valores medios de calidad del plantón, mientras que, los demás tratamientos presentaron valores de calidad baja de los plántones. Finalmente, respecto al índice de calidad de Dickson los tratamientos T0, T3 y T5 presentan valores de la calidad alta de los plántones (**Tabla 23**).

Tabla 21. Calidad de plantones *S. parahyba* repicados en diferentes sustratos.

Variable	Tratamiento											
	T0		T1		T2		T3		T4		T5	
	Valor	Calidad	Valor	Calidad	Valor	Calidad	Valor	Calidad	Valor	Calidad	Valor	Calidad
Altura (cm)	12,81	Media	16,05	Alta	14,15	Media	13,57	Media	13,79	Media	13,74	Media
Diámetro basal (mm)	2,27	Baja	3,74	Media	6,92	Alta	2,54	Media	5,93	Alta	3,67	Baja
Índice de robustez	5,72	Alta	4,31	Alta	2,05	Alta	5,56	Alta	2,33	Alta	3,84	Alta
Relación altura/longitud de raíz	0,98	Alta	1,02	Alta	0,97	Alta	1,03	Alta	0,95	Alta	1,00	Alta
Relación Biomasa seca aérea/Biomasa seca raíz	2,63	Baja	2,36	Media	2,94	Baja	2,61	Baja	2,64	Baja	2,51	Baja
Índice de calidad de Dickson	0,514	Alta	0,402	Media	0,465	Media	0,736	Alta	0,411	Media	0,671	Alta

Código	Composición	Proporción/m ³
T ₀	Suelo agrícola	Testigo
T ₁	Suelo agrícola - arena - gallinaza	4 - 2 - 1
T ₂	Suelo agrícola - arena - gallinaza	3 - 2 - 1
T ₃	Suelo agrícola - arena - gallinaza	3 - 2 - 2
T ₄	Suelo agrícola - arena - gallinaza	4 - 3 - 2
T ₅	Suelo agrícola - arena - gallinaza	2 - 3 - 2

4.2. Propiedades fisicoquímicas del sustrato antes y después del experimento

Previo al ensayo experimental, los tratamientos de estudio a excepción del T0, mostraron valores de pH fuertemente ácido, con valores altos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, y muy bajos en potasio (**Figura 12 y Figura 13**). Sin embargo, el tratamiento T0 mostró valores de pH extremadamente ácido, con niveles medios de materia orgánica y nitrógeno, nivel normal de fósforo y muy bajo en potasio. Posterior al ensayo experimental, se observa un ligero incremento en los rangos de pH en todos los tratamientos, sin embargo, respecto a los demás indicadores químicos existe una reducción de estos, siendo considerable en los tenores de fósforo (**Tabla 24**).

Tabla 22. Propiedades físicas y químicas de los sustratos.

Ensayo	Cód.	Arena	Limo	Arcilla	Clase textural	pH	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
Antes	T0	65,68	7,04	27,28	Franco arenoso	3,5	3,458	0,125	26,7	145,5
	T1	33,68	15,04	51,28	Franco limoso	4,9	4,356	0,215	74,6	203,4
	T2	25,68	21,04	53,28	Franco limoso	5,3	5,124	0,245	98,4	201,2
	T3	63,68	9,04	27,28	Franco arenoso	5,3	4,935	0,239	123,5	234,2
	T4	39,68	25,04	35,28	Franco	5,1	4,754	0,221	97	215,4
	T5	43,68	29,04	27,28	Franco arcilloso	4,8	4,689	0,209	95	216,5
Después	T0	65,68	7,04	27,28	Franco arenoso	3,8	3,098	0,095	15,9	141,5
	T1	33,68	15,04	51,28	Franco limoso	5,1	4,121	0,148	54,6	198,6
	T2	25,68	21,04	53,28	Franco limoso	5,5	4,548	0,178	78,5	195,6
	T3	63,68	9,04	27,28	Franco arenoso	5,5	4,485	0,201	81,5	227,6
	T4	39,68	25,04	35,28	Franco	5,4	4,345	0,189	78,6	211,5
	T5	43,68	29,04	27,28	Franco arcilloso	5,6	4,284	0,179	75,1	209,4

Algunas propiedades físicas como la textura en muchos de los casos son propias de los sustratos y no consiguen ser alteradas, sin embargo, las propiedades químicas son variables, en tal sentido, en actividades como la producción de los plantones se suele seleccionar a los sustratos respecto a sus propiedades físicas porque es más factible manipular las concentraciones de los indicadores químicos al adicionar algún tipo de fertilizante (Hine,

1991). Por tanto, el suelo agrícola uno de los sustratos comúnmente utilizados y de acuerdo a sus características puede ser usado para dar origen a nuevos sustratos o mejorar su calidad. En el caso de los suelos de textura muy fina se recomienda mezclar con materiales permeables de excelente porosidad, con la finalidad de permitir el ingreso de aire y evacuación de agua en exceso, consiguiendo un óptimo desarrollo radicular del plantón (Ansonera, 1994). Es preciso indicar que las propiedades químicas del sustrato influyen directamente en el suministro de nutrientes mediante su capacidad de intercambio catiónico (Hine, 1991). La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es un parámetro fundamental, pues este valor indica el potencial de un suelo para retener e intercambiar nutrientes. Además, la CIC afecta directamente a la cantidad y frecuencia de aplicación de fertilizantes.

V. CONCLUSIONES

1. La calidad de los plantones muestra que el tratamiento T1 ostenta valores de calidad **alta** en relación con la altura (16,05cm). Respecto al diámetro basal, los tratamientos T2 y T4 muestran valores enmarcados en el rango de calidad **alta**; consecuentemente, para el índice de robustez muestra valores de calidad **alta**. Respecto a la relación altura/longitud de raíz, los tratamientos en estudio mostraron valores de calidad **alta**. Para la variable relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz, el tratamiento T2 mostró valores de calidad **media**. Finalmente, respecto al índice de calidad de Dickson los tratamientos T0, T3 y T5 presentaron valores de calidad **alta**.
2. Se logro determinar el análisis fisicoquímico, donde se observó un ligero incremento en los rangos de pH en todos los tratamientos, sin embargo, respecto a los demás indicadores químicos, existe una reducción de estos, siendo considerable para el caso del fósforo.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Para posteriores investigaciones se propone considerar otros sustratos, enmiendas orgánicas y especies forestales con el fin de determinar el mejor tratamiento para la producción de los plantones forestales.
2. Realizar trabajos de investigación orientados al análisis de nutrición mineral de la biomasa vegetal con el fin de determinar la eficiencia de un sustrato determinado a emplear para el crecimiento de los plantones forestales.

VII. REFERENCIAS

- Alonso, L., Apaz, A., Torres, J., Rivera, Y. (1996). Innovando tecnología agroforestal.
- Alvarado, A. (2006). Nutrición y fertilización de la teca. *Informaciones Agronómicas*. 61:1-8.
- Ansonera, A. (1994) Comportamiento inicial del *Schizolobium parahyba* (vell) s.f. blake (pino chuncho) en envases de bolsas y tubetes. Informe de prácticas. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 28 p.
- Apaza, A. (2010). Uso de la arena como sustrato. <https://bit.ly/3DGfxyC>
- Birchler, P., Leiva, M., Fernández, A. (1998). Variability in seedlingwater status during drought within a *Quercus ilex* subsp.ballota population, and its relation to seedling morphology. *Forest Ecology and Management*. 111: 147-156.
- Burés, T. (1997). La gallinaza. *Selecciones Avícolas*. España. 35 p.
- Cardona, V. (2000). Aspectos agroeconómicos y técnicos sobre *Bertholletia excelsa* HBK. Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana (IIAP). Puerto Maldonado, Perú. 36p.
- Castillo, A. (2001). Guía práctica para la producción de planta en un vivero. Boletín Técnico Número 5, Volumen 1. Comisión Forestal del Estado. Morelia, Michoacán, México. 37 p
- Dickson, A., Leaf, A., Hosner, A. (1960). Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *For. Chron.* 36:10-13.
- Embrapa Florestas. (2005). Taxonomía e Nomenclatura do Guapuruvú (*Schizolobium parahybae*). Colaborador: Ramalho Carvalho, P. E. Circular Técnica 104. Brasil. [En línea]: Embrapa, [http:// www.embrapa.br](http://www.embrapa.br), documentos, 17 Set. 2010.
- Emmus, L. (1991). Fisiología vegetal. Edit. Hispano americana. 270 p.

- Organización de las Naciones Unidas. (2009). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005. Hacia la ordenación forestal sostenible. Estudio FAO. Montes, Italia. 351 p.
- Fischersworing, B.; ROßKAMP, R. (2001). Guía para la caficultura ecológica. Desarrollo Alternativo del Ministerio de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de la República Federal de Alemania. Alemania. 152 p.
- Gandarilla, G. (1988). Germination and development of show mahogany (*Swietenia macrophylla* King) .in secondary tropical dry forest habitats in Costa Rica. *J. Trop. Eco.* 12: 275-289.
- García, M. (2007). Guía fitosanitaria para viveros forestales: prevención, identificación y control de las enfermedades y plagas más comunes en viveros de eucalipto. Concordia, Argentina, INTA. 40 p.
- Gonzales, J. (2011). Evaluación del efecto de guano de islas en el crecimiento de guaba (*Inga edulis* C. Martius) y pino chuncho (*Schizolobium parahyba* (Velloso) Blake var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) asociados con especies del género heliconia. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables, mención Conservación de Suelos y Agua. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 66 p.
- González, T. (1995). Determinación de calidad de planta en el vivero forestal “La Dieta” Municipio de Zitácuaro, Michoacán. Tesis Ing. agrónomo. Michoacán, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 90 p.
- Gros, S. (1981). *Asistencia técnica en elaboración y producción de abonos orgánicos enriquecidos con microorganismos eficientes, a los socios cafetaleros de la CAC Divisoria Ltda.* Tingo María, Perú.
- Guerrero, A. (1993). Técnica Agropecuaria aplicada a zonas tropicales, Edit. Trillas, V Edición. 369 p.
- Hernández, L; Cruz, P. (1993). Efecto de dos ambientes lumínicos en el crecimiento inicial y calidad de plantas de *Crescentia cujete*. *Bioagro* 22(1):61-66.

- Hine, R. (1991). Ecología y silvicultura de especies menos conocidas sereno o Sombrerillo *Schizolobium paraba* (Vell.) S.F. Blake, proyecto de manejo forestal sostenible, Santa Cruz, Bolivia, El País. 37 p.
- Holdridge, L. (1994). Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José de Costa Rica. 216 p.
- Hunt, P. (1990). Muestreo forestal elemental. Boletín de Agricultura No. 232. Centro Regional de Ayuda Técnica. México, D.F., México. 96 p.
- INIA. (1996). Manual de identificación de especies forestales de la subregión andina. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA)-OIMT. Primera Edición. Lima, Perú. p. 365-366.
- Kalmas, O; Vázquez, A. (1996). Effect of disturbance intensity on regeneration mechanisms in a tropical dry forest. *Forest Ecol. Manag.* 162: 197-208.
- Leiva, M.J., Fernández A. (1998). Variability in seedling water status during drought within a *Quercus ilex* subsp. *ballota* population, and its relation to seedling morphology. *Forest Ecology and Management* 111: 147-156.
- Lorenzi, H. (1992). *Arvores brasileiros*. Editorial Plantarum Ltda. Sao Paulo, Brasil. 163 p.
- Mexal, O., & Landis, A. (1990). Mineral nutrition as an index of seedling quality. In: Duryea, M. L. (Ed.). *Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major tests*. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis, OR. USA. pp. 29-48
- Novak, U. (1990). Manual para bosques locales, abonos y biofermentos orgánicos. Cooperativa agraria cafetalera Divisoria Ltda. 32p.
- Quiroz, I., García, E., González, M., Chung, P., Casanova, K Soto, H. (2010). Calidad de planta y certificación. Centtecnológico de la planta forestal. 5 p.

- Orozco, M., Thienhaus, S. (1996). Efecto de la gallinaza en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en desarrollo. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Escuela de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua. 12 p.
- Palomino, J, Barra, M. (2003). Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las 53 especies de mayor prioridad. Programa Selva Central. Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza (PRONATURALEZA). Oxapampa, Perú. 104 p.
- Pardos, P; Montero, A. (1997). . Calidad de planta en vivero forestales de clima templado en Michoacán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Pacífico Center. Campo Experimental. Uruapan, Mich., México Folleto Técnico Núm. 17. 19 p.
- Parrota, A., Palomino, J., Barra, M. (1995). Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la Provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad. Oxapampa, Perú. 104 p.
- Prieto P., Sáenz, J., Torees, L. (2003). Indicadores de la calidad de planta en viveros de la sierra madre occidental. Libro Técnico Núm. 3. Campo Experimental Valle del Guadiana. Centro de Investigación Regional Norte Centro. INIFAP. Durango, Dgo. México. 212 P.
- Prieto, P; Mc tiernan, K. B., M. coîteaux M., B. Berg., M. P. Berg, R. Calvo De Anta, A. Gallardo, W. P. Kratz ., J. Remacle. and A. Virzo. (2009). Changes in chemical composition of *Pinus sylvestris* needle litter during decomposition along European coniferous climatic transect. *Soil Biol. Biochem.* 35: 801- 812. Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, N. L. México. 110 p.
- Reynel, C., Pennington R., Pennington, T., Flores, C., Daza, A. (2003). Árboles útiles de la Amazonía Peruana. Manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. Perú. 50 p.

- Rodríguez, D. (2008). Indicadores de calidad de planta forestal. Ciudad de México, México, Mundi-Prensa. 156 p.
- Ruano, J. (2002). Viveros forestales. Madrid, España. 281 p.
- Sáenz, JT., Villaseñor., Muñoz., Rueda, A., Prieto, A. (2010). Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Michoacán, México, INIFAP. 52 p. Folleto técnico n.º 17.
- Sendra, A. (1996). Abonos y Estiércoles. Ed. Acribia. Zaragoza, España. 155 p.
- Thompson, W. (1985). Macroclimate and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. *Ecology*. 59: 465-472.
- Vera, A. (1995). Indicadores de planta forestal. Ed. Mundi- Prensa. México, D.F., México. pp. 13-17.
- Toledo, S., Rincón, U. (1996). Tropical agricultura. *Japón*. P. 35: 32-33.
- Tolentino, E. 2006. La solución para el medio ambiente. Microorganismos efectivos. Ediciones RBA integral. Franz – Peter Mau. 237 p.
- Vásquez, A. (1997). Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Huancavelica, Perú.. 622 p.
- Vásquez, A. (2001). Efecto del Bocashi en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*), bajo condiciones altoandinas. - colaboradores: Huauya, M. Arone, J. Calderón. Huancavelica, Perú.

ANEXO

Anexo A. Datos de la evaluación

Tabla 23. Promedios de altura (cm) por evaluación

Evaluaciones	Tratamiento	Repeticiones				
		R1	R2	R3	R4	R5
15 días	0	9,47	9,39	9.79	9,94	9.59
	1	11,88	11,29	11.14	11,19	10.99
	2	10,15	10,59	10.23	10,41	10.55
	3	9,61	9,41	9.51	9,86	9.39
	4	10,80	10,30	10.72	10,74	10.55
	5	9,32	10,50	9.94	10,58	10.66
30 días	0	10,24	10,66	10.35	10.60	10.70
	1	12,32	12,65	12.51	12.32	12.45
	2	10,03	11,63	11.10	11.52	11.33
	3	10,74	10,55	10.78	10.36	10.50
	4	11,75	11,05	11.15	12.22	11.65
	5	10,95	10.39	10.69	11.65	11.36
45 días	0	11,86	12.13	11.25	12.26	12.02
	1	13,62	13.83	14.14	13.83	12.54
	2	12,64	13.44	12.87	11.39	10.73
	3	12,09	12.15	11.85	12.17	12.36
	4	12,95	12.47	11.60	13.24	12.28
	5	12,60	13.45	13.07	11.70	11.85
60 días	0	12.71	12,39	13,55	13,40	12.02
	1	15,84	16,50	15,69	15,75	16.47
	2	14,75	13,88	15,03	13,56	13.54
	3	13,82	13,01	13,40	14,37	13.23
	4	12.75	14,30	13,57	14,41	13.92
	5	14,38	12,76	13,86	14,17	13.52

Tabla 24. Promedios de diámetro (mm) por evaluación

Evaluaciones	Tratamiento	Repeticiones				
		R1	R2	R3	R4	R5
15 días	0	0,80	0,69	0,70	0,66	0,68
	1	0,64	0,71	0,64	0,68	0,76
	2	0,63	0,68	0,79	0,81	0,72
	3	0,83	0,79	0,86	0,82	0,83
	4	0,81	0,62	0,69	0,75	0,83
	5	0,80	0,83	0,82	0,69	0,82
30 días	0	0,99	1,21	1,19	1,12	1,16
	1	2,55	2,71	2,65	2,79	2,81
	2	4,69	4,58	4,71	4,58	4,57
	3	1,72	1,62	1,63	1,75	1,71
	4	3,51	3,39	3,38	3,52	3,40
	5	1,81	1,69	1,79	1,65	1,74
45 días	0	1,52	1,49	1,56	1,44	1,53
	1	3,21	3,12	2,96	3,11	3,21
	2	5,01	5,03	4,98	5,12	4,96
	3	2,17	1,99	1,96	2,14	2,27
	4	3,94	3,88	3,69	3,83	3,99
	5	2,06	2,09	2,15	2,17	2,12
60 días	0	2,36	1,98	2,47	2,63	1,89
	1	3,30	4,15	3,53	4,03	3,71
	2	7,46	6,73	7,43	6,04	6,94
	3	2,94	2,07	3,13	2,77	1,80
	4	5,54	6,39	6,18	5,86	5,67
	5	2,82	3,21	4,05	4,08	4,17

Tabla 25. Índice de robustez por cada evaluación

Tratamiento	Repeticiones				
	R1	R2	R3	R4	R5
0	5,39	6,26	5,49	5,10	6,36
1	4,80	3,98	4,44	3,91	4,44
2	1,98	2,06	2,02	2,25	1,95
3	4,70	6,29	4,28	5,19	7,35
4	2,30	2,24	2,20	2,46	2,46
5	5,10	3,98	3,42	3,47	3,24

Tabla 26. Datos de longitud de raíz (cm)

Tratamiento	Repeticiones				
	R1	R2	R3	R4	R5
0	11,01	10,97	11,06	10,96	10,81
1	13,42	14,01	13,41	13,19	13,39
2	14,71	12,95	14,2	13,33	13,38
3	12,40	12,24	11,83	12,41	11,45
4	12,24	12,40	13,42	12,38	11,85
5	12,59	12,52	12,20	12,73	13,01

Tabla 27. Datos de relación altura de tallo/longitud de raíz

Tratamiento	Repeticiones				
	R1	R2	R3	R4	R5
0	0,80	0,90	1,18	1,10	0,93
1	0,53	1,83	0,38	1,70	0,66
2	1,15	0,88	0,74	0,89	1,20
3	1,34	0,75	1,02	1,16	0,90
4	0,61	1,10	1,23	0,64	1,18
5	0,60	0,31	1,05	1,33	1,70

Tabla 28. Datos de la biomasa seca aérea (g) de las plantas

Tratamiento	Repeticiones				
	R1	R2	R3	R4	R5
0	2,09	1,67	2,67	2,93	2,53
1	2,85	1,93	2,39	1,50	2,27
2	2,18	3,38	2,76	2,99	2,32
3	2,25	2,45	2,64	2,52	2,10
4	2,22	2,59	2,80	2,40	2,00
5	1,89	2,10	2,66	2,50	2,31

Tabla 29. Biomasa seca de la raíz (g)

Tratamiento	Repeticiones				
	R1	R2	R3	R4	R5
0	1,30	0,28	0,74	0,89	1,32
1	1,60	0,71	0,90	0,62	0,80
2	1,00	0,77	1,23	0,97	0,70
3	0,99	0,77	0,90	1,02	0,89
4	1,50	0,39	0,95	1,10	0,63
5	1,08	0,56	1,29	0,99	0,63

Tabla 30. Relación biomasa seca aérea /biomasa seca raíz

Tratamiento	Repeticiones				
	R1	R2	R3	R4	R5
0	2,29	3,03	3,38	2,10	2,34
1	2,63	2,78	1,48	2,46	2,43
2	2,72	267	2,91	3,01	3,40
3	3,05	2,41	2,81	2,62	2,17
4	2,76	2,90	2,24	3,06	2,23
5	2,60	2,64	2,53	2,36	2,43

Anexo B. Panel fotográfico

Figura 1. Preparación de sustratos de suelo agrícola, arena y gallinaza,



Figura 2. Apilado de bolsas con sustratos con diferentes tratamientos,



Figura 3. Transporte de las bolsas con sustratos y diferentes tratamientos a camas de repique,



Figura 4. Acomodo de bolsas con sustratos y diferentes tratamientos en camas de repique,



Figura 5. Establecimiento de ensayo experimental,



Figura 6. Riego en cama de la germinadora,



Figura 7. Siembra de semillas de Pino Chuncho en cama de germinación,



Figura 8. Lectura de diámetro del tallo de plantas de Pino Chuncho,



Figura 9. Lectura de tercera evaluación de altura del tallo de plantas de Pino Chuncho,



Figura 10. Lectura de cuarta evaluación de altura de tallo de plantas de Pino Chuncho,

Anexo C. Análisis de suelo



Figura 11, Resultado del análisis del sustrato antes del experimento



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531

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

analisisdesuelosunas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITANTE:		JORGE REYES FLORES										
N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	M.O.	N	P	K	
	CODIGO DEL LABORATORIO	CODIGO DEL SOLICITANTE	Arena %	Arcilla %	Limo %	Textura						disponible ppm
1	S1072 - 1	To	65.68	27.28	7.04	Franco Arenoso	3.80	3.098	0.095	15.90	141.50	
2	S1072 - 2	T1	33.68	51.28	15.04	Franco Limoso	5.10	4.121	0.148	64.60	198.60	
3	S1072 - 3	T2	25.68	53.28	21.04	Franco Limoso	5.50	4.548	0.178	78.50	195.60	
4	S1072 - 4	T3	63.68	27.28	9.04	Franco Arenoso	5.50	4.485	0.201	81.50	227.60	
5	S1072 - 5	T4	39.68	35.28	25.04	Franco	5.40	4.345	0.189	78.60	211.50	
6	S1072 - 6	T5	43.68	27.28	29.04	Franco Arcilloso	5.60	4.284	0.179	75.10	209.40	

Fecha de Análisis: 10/03/2020

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO No. 00000777

TINGO MARIA, 20 DE JULIO 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María



Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI
Jefe (e) Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

Figura 12. Resultado del análisis del sustrato después del experimento