UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA

FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AMBIENTALES

INGENIERIA AGROFORESTAL ACUICOLA

INFLUENCIA DE CUATRO TIPOS DE SUSTRATOS EN EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLANTONES DE *Schizolobium amazonicum* (PASHACO) EN TUBETES, PUCALLPA - UCAYALI

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO AGROFORESTAL ACUÍCOLA

LYANNA HELLEN SÁENZ RAMÍREZ

UCAYALI - PERÚ
2015

DEDICATORIA

A Dios, por prestarme todo este tiempo la vida y regalarme la sabiduría para enfrentar los retos, las alegrías y los obstáculos y por permitirme llegar a este momento importante en mi carrera profesional.

A mis queridos padres Máximo Sáenz Robles y Angélica Ramírez Antequera, por ser el apoyo moral, económico sin interés en mi formación como persona y como profesional.

A todos mis hermanos.

"La diferencia entre lo que hacemos
y lo que somos capaces de hacer,
bastaría para solucionar la mayoría
de los problemas del mundo".

AGRADECIMIENTO

A la empresa REFORESTA PERU S.A.C**.** con sede en Ucayali, por el dedicado apoyo logístico en materiales necesarios para la tesis, sobre todo por el respaldo económico completo, ya que sin ello no hubiera sido posible la realización de la investigación.

A la Bach. Olga Loyola Arcayo, por haber puesto en mí su plena confianza y mostrar respaldo total para la realización de este estudio, al Ing. Carlos Abanto Rodríguez e Ing. Nadia Panduro Masaya, por ser gran persona y brindar su aporte en el presente trabajo de tesis.

Al personal técnico de REFORESTA PERU S.A.C. Sra. Hacela Pérez Paredes por sus conocimientos impartidos en base a su experiencia laboral y al Sr. Victor Hugo Nolorve Pérez por su empeño y amistad que demostró durante el desarrollo de la tesis. A cada una de las personas que contribuyeron de una u otra forma, mi agradecimiento infinito.

Al Ing. Andres Castillo Quiliano, por ser una gran persona amigo y asesor principal del presente trabajo de tesis, por sus valiosos aportes y ayuda permanente en todo el proceso y desarrollo de la presente tesis.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA……ii

AGRADECIMIENTO…….. iii

INDICE GENERAL……iv

LISTA DE CUADROS…… x

LISTA DE FIGURAS……...xi

LISTA DE ANEXOS……..……xiii

INTRODUCCIÒN…….……..xv

RESUMEN……,……...xvi

ABSTRAC…….xvii

INTRODUCCION xv

CAPITULO I..... 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.1. Descripción de la situación problemática..... 1

1.2. Formulación del problema 3

1.2.1. Problema general 3

1.2.2. Problema específico 3

1.3. Objetivos de la Investigación 3

1.3.1. Objetivo general 3

1.3.2. Objetivos específicos..... 3

1.4. Justificación del estudio..... 4

1.5. Limitaciones de la investigación 5

CAPITULO II 6

MARCO TEORICO 6

2.1. Antecedentes del problema 6
2.2. Bases teóricas 8
2.2.1. *Schizolobium amazonicum* 8
A. Clasificación botánica 8
B. Descripción botánica de la especie 8
C. Nombres comunes 8
D. Distribución natural y habitad 9
E. Fenología 9
F. Usos 9
2.2.2. ¿Qué es una planta de calidad? 9
2.2.3. Calidad de planta 10
A. Calidad genética 11
B. Calidad biológica 11
C. Calidad fisiológica 11
- Contenido de humedad 12
- Contenido de nutrientes 12
- Crecimiento potencial de la raíz 12
- Carbohidratos de reserva 12
D. Calidad morfológica 13
- Altura 13
- Diámetro del cuello de la raíz 13
- Tamaño del sistema radicular 14
- Peso de la planta 14
2.2.4. Indicadores de calidad de planta 15

2.2.5. Interacción de variables 16
A. Índice de robustez 16
B. Relación peso seco de la parte aérea y el peso seco del sistema radicular 16
C. Índice de lignificación 17
D. Área foliar especifica 17
E. Índice de calidad de Dickson (ICD) 18
2.2.6. Factores que influyen en la calidad de planta 18
A. Contenedor o envases 18
a.1. Tipos de envases 19
- Envase de turba prensada o Jiffy-Pot. 19
- Bolsa de polietileno 19
- Paper pot 20
- Envase de tubetes (bandeja alveolar) 20
B. Sustrato 21
b.1. Componentes del sustrato 21
- Materia orgánica 21
- Cascarilla de arroz semi carbonizada 22
- Compost cervecero 22
- Fibra de coco 22
b.2. Características del sustrato 22
- Propiedades físicas 23
- Propiedades químicas 23
- Otras propiedades 23
C. Fertilización 23

- Basacote Plus 25
2.2.7. Condiciones ambientales de producción 25
A. Temperatura 25
B. Intensidad y calidad de luz 25
2.2.8. Cultivo de planta en envase 26
2.2.9. Ventajas y desventajas 26
a. Ventajas 26
b. Desventajas 26
2.3. Definición de términos básicos 27
2.4. Hipótesis 29
2.4.1. Hipótesis de investigación 29
2.5. Variables 29
2.5.1. Variables independientes 29
2.5.2. Variables dependientes 30
CAPITULO III 31
METODOLOGIA 31
3.1. Tipo y nivel de investigación 31
3.2. Método de la investigación 31
3.2.1. Localización y descripción de la zona 31
3.2.2. Lavado y desinfección de tubetes 31
3.2.3. Preparación de los componentes del sustrato 32
A. Cascarilla de arroz semi carbonizada 32
B. Desmenuzado de la fibra de coco 32
3.2.4. Preparación de sustratos 33

A. Sustrato para el tratamiento 1 (Testigo)..... 33
B. Sustrato para el tratamiento 2 33
C. Sustrato para el tratamiento 3 34
D. Sustrato para el tratamiento 4 34
3.2.5. Preparación de la cama de almacigo..... 35
3.2.6. Escarificación de las semillas de *Schizolobium amazonicum* 35
3.2.7. Siembra de las semillas de *Schizolobium amazonicum*..... 36
3.2.8. Repique y aclimatación de las plántulas de pashaco..... 36
3.2.9. Rustificación de las plántulas de *Schizolobium amazonicum* 37
3.2.10. Propiedades químicas de los sustratos 38
3.2.11. Cuidados durante el periodo de rustificación 39
3.2.12. Variables evaluadas 40
A. Altura..... 40
B. Diámetro..... 40
C. Biomasa aérea y de raíces..... 41
D. Área foliar especifica 42
3.2.13. Determinación de los índices de calidad 43
A. Índice de robustez (IR) 43
B. Área foliar específica..... 43
C. Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz R (BSA/BSR)..... 43
D. Índice de lignificación (IL) 43
E. Índice de calidad de Dickson (ICD):..... 43
3.3. Diseño de la investigación..... 44
3.4. Población y muestra..... 46

3.5. Descripción de técnicas e instrumentos de recolección de datos 46
CAPITULO IV 47
RESULTADOS Y DISCUSIONES 47
4.1. Altura de plantones de *Schizolobium amazonicum* 47
4.2. Diámetro de plantones de *Schizolobium amazonicum* 50
4.1. Índices de calidad 52
4.1.1. Relación biomasa seca aérea/biomasa seca radicular 53
4.1.2. Índice de lignificación 54
4.1.3. Índice de robustez 57
4.1.4. índice de área foliar especifica 59
4.1.5. índice de calidad de Dickson 61
CONCLUSIONES 64
SUGERENCIAS 65
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 66

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Fórmulas empleadas para determinar la calidad de la planta 15
Cuadro 2. Variables independientes 29
Cuadro 3. Variables dependientes 30
Cuadro 4. Propiedades químicas de los sustratos usados en los tratamientos 39
Cuadro 5.Descripción de los tratamientos 45
Cuadro 6. Análisis estadístico 46
Cuadro 7. Prueba del rango múltiple de Tukey (p≤0.05) en altura (cm) de *Schizolobium amazonicum* durante el periodo de viverización 48
Cuadro 8. Prueba del rango múltiple de Tukey del crecimiento en diámetro de *Schizolobium amazonicum* (Pashaco) en función a los tipos de tratamientos 50
Cuadro 9. Prueba de comparación de medias de los sustratos con respecto a relación BSA/BSR, de plantones de *Schizolobium amazonicum* (Tukey α= 0.05)..... 53
Cuadro 10. Prueba de comparación de medias de los sustratos con respecto al índice de lignificación, de plantones de Pashaco (Tukey *α*= 0.05)..... 55
Cuadro 11. Prueba de comparación de medias de los sustratos con respecto al índice de robustez, de plantones de *Schizolobium amazonicum* (Tukey α= 0.05)..... 58
Cuadro 12. Prueba de comparación de medias de los sustratos con respecto al índice de área foliar especifica de plantones de Pashaco (Tukey α= 0.05) 60
Cuadro 13. Prueba de comparación de medias con respecto al índice de calidad de Dickson en plantones de *Schizolobium amazonicum* (Tukey α= 0.05) 61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Profundidad de las raíces de las plantas con y sin fertilizante. 24
Figura 2. Cascarilla de arroz carbonizada y lista para usar 32
Figura 3. Agregando agua a la fibra de coco para desmenuzarlo 32
Figura 4. Mezcla de sustratos y llenado de tubetes con sustrato 33
Figura 5.Cama de almacigo preparada 35
Figura 6. Selección y escarificacion de la semilla de pashaco 35
Figura 7. Almacigo de semillas de *Schizolobium amazonicum* 36
Figura 8. Repique y aclimatación de plántulas de *Schizolobium amazonicum* 37
Figura 9. Ubicación de las bandejas en el túnel de rustificación 37
Figura 10. Riego por aspersión y con manguera a plántulas de pashaco 39
Figura 11. Medición de altura en plantones de *Schizolobium amazonicum* 40
Figura 12. Medición de diámetro del plantón 40
Figura 13. Proceso de toma de datos de la biomasa radicular y aérea 41
Figura 14. Determinación del área foliar de *Schizolobium amazonicum* 42
Figura 15. Distribución de los tratamientos y repeticiones 44
Figura 16. Distribución de los plantones evaluados dentro de la bandeja 44
Figura 17. Proceso de germinación de *Schizolobium amazonicum* 47
Figura 18. Crecimiento en altura de plantones de *Schizolobium amazonicum* 48
Figura 19. Crecimiento del diámetro de plantones *Schizolobium amazonicum* 51
Figura 20. Relación biomasa seca aérea y biomasa seca radicular de plantones de *Schizolobium amazonicum* según tratamiento. 54
Figura 21. Índice de lignificación en *Schizolobium amazonicum*, relacionado con el contenido de humedad según tratamientos 57

Figura 22. Índice de robustez en función al tipo de tratamiento, a los 120 días de haber sido repicados en tubetes de 115 cm^3. 59
Figura 23. Índice de área foliar especifica en función al tipo de tratamiento, después de 120 días de haber sido repicados en tubetes de 115 cm^3. 60
Figura 24. Índice de calidad de Dickson en función al tipo de sustrato 63

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.Control de germinación de semillas 75
Anexo 2.Control de germinación de semillas 76
Anexo 3.Control de germinación de semillas 77
Anexo 4.Control de germinación de semillas 78
Anexo 5. Resultado del análisis de propiedades químicas de los tratamientos 79
Anexo 6. Formato de evaluación morfológica de altura y diámetro 80
Anexo 7. Formato para la determinación de los siguientes índices de calidad 81
Anexo 8. Promedios de los diferentes índices de calidad de *S. Amazonicum* repicados en tubetes de 115 cm^3 evaluados a los 120 días 82
Anexo 9. Análisis de varianza del crecimiento en altura de plantones de *Schizolobium amazonicum*, durante los 120 días de viverización. 83
Anexo 10. Promedio de altura por tratamientos y repetición durante días evaluados 84
Anexo 11. Análisis de varianza de diámetro de plantones de *S. amazonicum*, durante los 120 días. 85
Anexo 12. Promedio del diámetro por tratamientos y repetición durante días evaluados 86
Anexo 13. Análisis de Varianza (ANVA) de los diferentes índices en la producción de platones de *Schizolobium amazonicum* (Pashaco). 87
Anexo 14. Desarrollo de las raíces de *Schizolobium amazonicum* a los 120 días 88
Anexo 15. Diferenciación de lignificación después de la caída de los cotiledones 89
Anexo 16. Plantones de *Schizolobium amazonicum* a los 10 días después del repique 90

Anexo 17. Plantones de *Schizolobium amazonicum* a los 120 días después del repique 91

INTRODUCCION

En la actualidad, en el mercado se encuentran diferentes sustratos que son empleados en los viveros, para la producción de plantones, estos son de naturaleza orgánico e inorgánico, siendo empleados para una determinada especie, se llenan en envases y se puede adaptar a los requerimientos de cada especie mediante fertilizaciones o enmiendas (Serrada, 2000).

El pashaco (***Schizolobium amazonicum***), es una especie maderable considerada de rápido crecimiento y de múltiples usos, con buenas características de trabajabilidad (OFI-CATIE, 2003), y con alto potencial para la reforestación (Rodríguez, 2008). Los plantones de esta especie, actualmente se vienen produciendo en envases (bolsa de polietileno), presentando con esta tecnología problemas, como: el enroscamiento y deformación de las raíces, cierta presencia de nematodos y plantas infestadas con hongos, estos hechos imposibilitan obtener plantones de calidad.

Frente a esta problemática identificada; surge nuevas alternativas de producir plantones de calidad, mediante el empleo de un sustrato adecuado y el uso de tubetes como envases, con las ventajas de emplear menor volumen de sustrato, menos volumen de carga y mano de obra, para el transporte (Orbando, 2002).

Bajo esta premisa, el presente estudio, planteó el desarrollo de una investigación experimental que permita determinar cuál es el sustrato más adecuado en el crecimiento y la obtención de plantas de calidad de ***Schizolobium amazonicum*** repicados en tubetes (Liegel y Venator, 1987, citado por Rodríguez, 2008), por lo expuesto el objetivo de este trabajo fue conocer la influencia de cuatro tipos de sustratos en el crecimiento y calidad de plantones de “pashaco” (***Schizolobium amazonicum***) producidos en tubetes.

RESUMEN

El trabajo se realizó en los ambientes de la empresa Reforesta Perú S.A.C., ubicado en el distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, en los meses de mayo a octubre del 2014, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de cuatro sustratos en el crecimiento y calidad de plantones de ***Schizolobium amazonicum*** "Pashaco" propagados en tubetes de 115 cm^3 por un periodo de 120 días. Los tratamientos fueron: S1 Testigo (2 Tierra aluvial + 1 arena + 0.5 gallinaza); S2 (1 Tierra aluvial + 1 arena + 2 gallinaza + 3 cascarilla de arroz semi carbonizada); S3 (3 Materia orgánica + 1 arena de rio + 2 compost cervecero + 1 cascarilla de arroz semi carbonizada) y S4 (1 Compost cervecero + 2 cascarilla de arroz semi carbonizada + 3 fibra de coco). Se evaluaron en la planta: altura, diámetro basal, y se calcularon los siguientes índices de calidad: biomasa seca aérea/biomasa seca radicular, lignificación, robustez, área foliar específica e índice de calidad de Dickson. El experimento fue conducido mediante un diseño completamente al azar (DCA), con 4 tratamientos, 8 repeticiones y 32 plantas por tratamiento. Se obtuvo el mejor resultado con los tratamientos S2, S3 y S4 con crecimiento de 23.48, 24.86 y 23.66 cm, y diámetro de 5.29, 5.92 y 5.41 mm en comparación al testigo. Respecto a los índices de calidad se obtuvo diferencias significativas en: biomasa seca aérea/biomasa seca radicular, área foliar específica, e ICD, con valores de 2.25, 55.41 y 0.61 respectivamente, mientras que el índice de lignificación y robustez no presentó diferencias significativas. En conclusión el tratamiento S3 tuvo mayor efecto sobre el crecimiento, mientras que en los índices de calidad fueron (S2, S3, S4) finalmente en AFE solo fue superior el S3 con 55.41 cm^2 frente a los demás tratamientos, por lo tanto se podrá propagar ***Schizolobium amazonicum*** (pashaco) en tubetes con cualquiera de los tres sustratos.

ABSTRAC

The aim of this study was to evaluate the effect of four substrates on the growth and quality of seedlings "Pashaco" S. amazonicum propagated in tubetes 115 cm^3 and for a period of 120 days. The experiment was carried out in the nursery of the company Reforesta Peru SAC in the period of six months, it was led by a completely randomized design (CRD) with 4 treatments, 8 repetitions and 32 plants per treatment. The treatments were: Witness S1 (alluvial sand Earth 2 + 1 + manure 0.5); S2 (alluvial sand Earth 1 + 1 + 2 + poultry semi carbonized rice husk 3); S3 (organic matter sandy river 3 + 1 + 2 + brewer compost half carbonized rice husk 1) and S4 (1 + brewer Compost semi carbonized rice husk Coir 2 + 3). They were evaluated in plant height, basal diameter, and the following indices were calculated as: aerial dry biomass / root dry biomass, lignification, strength, specific leaf area and Dickson quality index. The best results in S3 a growth of 21.43 cm and diameter of 4.64 mm. Air dry biomass / root dry biomass, specific leaf area, and ICD, with values of 2.25, 55.41 and 0.61 respectively compared to the figures obtained significant differences. In conclusion, the S3 treatment had greater effect on growth, quality and the same species of plant development "pashaco" (S. amazonicum) propagated in tubetes.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la situación problemática

La región Amazónica, es la más extensa del territorio peruano, abarca una superficie total de 77 564 907 ha. Está cubierta por bosques naturales y posee un gran potencial forestal, para la extracción de diferentes especies maderables y no maderables; siendo la selva baja la que soporta la mayor extracción, ocasionando así; áreas deforestadas (Baluarte, 1995). La región de Ucayali posee un 67.38 % de áreas para producción forestal, siendo eminentemente rico en tierras aptas para esta actividad (Ramírez, 2006). En el año 2010 se aprovechó más de 70 especies forestales, de estas se utilizan principalmente un total de 18 especies para la transformación primaria, ocupando el quince avo lugar el Pashaco (Santiago *et al.,* 2012).

La madera de esta especie posee innumerables usos; construcción de interiores, artesanías, palitos de fósforos, cajas, muebles, sobre todo tiene un enorme potencial para alma de contrachapado (OFI-CATIE, 2003). Actualmente, pocos son los viveros forestales que están produciendo plantones de Pashaco ***(Schizolobium amazonicum),*** la propagación es en bolsas de polietileno y empleando un solo tipo de sustrato el convencional, dicho sustrato debe cumplir ciertas características debido a que no se comportan de igual forma en el tiempo (Oirsa, 2002). Es también conocido que no todas las especies forestales tienen los mismos requerimientos en el sustrato donde crecen. La producción de plantones en bolsa, causa ciertos problemas, como: el enroscamiento y deformación de las raíces por efecto del envase, lo que reduce el crecimiento a futuro de los árboles, se necesita transportar grandes volúmenes de suelo al vivero, debido a que se emplea más materia prima (Del Amo *et al.*, 2002), problemas en el embarque, transporte y distribución (Oirsa, 2002). Frente a esta problemática identificada; surge nuevas alternativas de producir plantones de

calidad, mediante el empleo de un sustrato adecuado y en menor volumen, de fácil transporte, con menor mano de obra y con el uso de los tubetes, además, presenta la oportunidad de obtener plantas libres de nemátodos, ya que están aisladas del suelo (Orbando, 2002).

Los plantones pueden sufrir daños en plantaciones (Pinzon, 2003). Uno de los daños y problemas más frecuentes es el crecimiento y el porcentaje de sobrevivencia (García *et al*., 2007), para disminuir estos efectos es clave la calidad de la planta, ya que un árbol con apariencia saludable en la parte aérea, no necesariamente contara con la calidad equivalente en su sistema radicular y este desequilibrio puede implicar baja supervivencia en campo, particularmente bajo condiciones ambientales adversas (Rodríguez, 2008).

Schizolobium amazonicum, es una especie maderable que cobra cada día más importancia, en el establecimiento de plantaciones forestales comerciales (Rodríguez, 2008), requiriendo para ello contar con plantones de calidad y en cantidad. Entonces existe la necesidad de determinar, cuál es el sustrato más adecuado, para un crecimiento optimo en la obtención de plantas de calidad de ***Schizolobium amazonicum,*** debido a que el sustrato influye directamente sobre la calidad de los plantones (Liegel y Venator, 1987, citado por Rodríguez, 2008).

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo influye los tipos de sustratos en el crecimiento y calidad de plantones de "pashaco" ***Schizolobium amazonicum*** producidos en tubetes?

1.2.2. Problema específico

¿Cuál es la influencia de cuatro tipos de sustratos en el crecimiento de plantones de "pashaco" ***Schizolobium amazonicum*** producidos en tubetes?

¿Cuál es la influencia de cuatro tipos de sustratos en la calidad de plantones de "pashaco" ***Schizolobium amazonicum*** producidos en tubetes?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de los sustratos en el crecimiento y calidad de plantones de ***Schizolobium amazonicum*** producidos en tubetes.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la influencia de cuatro tipos de sustratos en el crecimiento de plantones de ***Schizolobium amazonicum*** producidos en tubetes.

- Evaluar la influencia de cuatro tipos de sustrato en la calidad de plantones de ***Schizolobium amazonicum*** producidos en tubetes.

1.4. Justificación del estudio

El sector forestal en la región de Ucayali, es de vital importancia, pues alrededor de ella gira el 60% de la actividad económica regional (Baluarte, 1995). El aprovechamiento de la mayoría de las especies forestales es en madera rolliza y aserrada. La especie de *Schizolobium amazonicum,* presenta madera blanda (Santiago *et al.*, 2012); con gran aceptación en el mercado y demanda de productos como: muebles, cajas, cajones, marcos de puertas, tableros. Además, según estudios realizados en la utilización industrial y mercado, de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales, en la región de Ucayali, el pashaco es la segunda especie (Ramírez, 2013), esta situación obliga a realizar nuevos estudios en la fase de vivero, mediante el cual se podrá obtener sustrato adecuado en proporción y componentes, originando una mezcla apropiada que optimicen el crecimiento y permitan producir plantones de calidad (García *et al*., 2007).

En la actualidad existe y se conocen, muchas variedades de sustratos, capaz de satisfacer la mayoría de las necesidades propias de la planta en condición de vivero; sin embargo, no todos ayudan a producir plantones de calidad. Para el empleo del sustrato se debe tener en cuenta el peso del sustrato, la porosidad, el empleo de nuevos insumos y la aplicación de la tecnología de los tubetes (INFOAGRO, 2002), que permitirá producir más plantas en una menor área de vivero, por lo cual justifica evaluar la respuesta de cada uno de los sustratos a emplearse en el crecimiento; así como también la calidad de las plantas de *Schizolobium amazonicum,* el cual es una necesidad identificada para la etapa de vivero, debido a que la mayoría de los viveros en la región de Ucayali, solo emplean el sustrato convencional (2 tierra aluvial :1 arena: 0,5: abono orgánico (gallinaza) y un solo tipo de envase (bolsas de polietileno) (Reyes, 2014). Los resultados de esta investigación, podrán ser de utilidad en la producción de otras especies, con similares características.

1.5. Limitaciones de la investigación

Durante el desarrollo del trabajo de tesis, se encontraron algunas limitaciones, los cuales se mencionan a continuación:

La ejecución de la presente tesis no ha evidenciado limitaciones en cuanto a los recursos económicos puesto que fue financiado por la empresa REFORESTA PERÚ S.A.C. No obstante, una limitación fue la falta de fuentes bibliográficas acerca del tema de investigación a nivel regional, nacional.

No se podría dejar de mencionar, como una de las limitaciones, los días lluviosos ya que dificultaban el acceso a la muestra, considerando que se realizaron muestreos quincenales.

En este caso la empresa REFORESTA PERU S.A.C. apoyó en el aspecto económico; sin embargo para comenzar a realizar la tesis, una limitante fue la expedición de la RESOLUCION de aprobación del proyecto de tesis fue muy tardío, lo cual retraso el inicio de trabajo.

Por último, para el cálculo del área foliar específica, la limitante fue la carencia de equipos adecuados que me hubiera facilitado la evaluación del área foliar, por ello tuve que dibujar foliolo por foliolo cada uno de las hojas en papel milimetrado, para poder calcular el área foliar.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes del problema

Mayormente se han realizado investigaciones de índice de calidad de especies forestales en clima templado, tal es el caso de ***Pinus pseudostrobus*** y ***Pinus douglasiana***, indican que las características optimas de la planta ideal para reforestaciones, deben tener una altura de 15 – 20 cm, un diámetro del cuello de la planta de 3 a 4 mm, una relación parte aérea: sistema radicular de 1;5 a 2;1 y una relación de materia seca aérea: materia seca radical de 2:1 (García, 1996, citado por Sáenz *et al*., 2010).

Para especies de habito cespitoso como ***Pinus montezumae*** y ***Pinus michoacana,*** se recomienda una altura de 8 a 10 cm, diámetro de cuello de 5 a 8 mm, longitud de la raíz de 12 a 15 cm, relación altura/diámetro de cuello de 8 a 10 y relación de peso seco raíz/peso seco del tallo de 0,15 a 0,50; la poda de raíz y/o de la parte aérea, el aumento del área de crecimiento y la siembra temprana mejoran la relación peso raíz/peso tallo (García, 2002).

García, (2007), citado por Sáenz *et al*., (2010), indica que una planta de buena calidad debe tener un diámetro de cuello grande, bajo valor de esbeltez (cociente altura/diámetro de cuello), un sistema radical fibroso y un valor alto del cociente biomasa de raíz/biomasa aérea.

Estudios realizados con diferentes especies de coníferas, como ***Pinus halepensis***, indican que se obtuvieron valores de Índice de calidad de Dickson (IDC) entre 0,3 y 0,5 de acuerdo a la aplicación de diferentes tratamientos de fertilización (Oliet, 1995, citado por Sáenz *et al*., 2010).

En la actualidad, pocos son los estudios que se vienen realizando acerca de IDC con especies tropicales, (Entrevista personal al Ing. Reyes, 2014), no obstante existen investigaciones acerca de las condiciones y factores más apropiados para el desarrollo óptimo del plantón (IIAP y FINCYT, 2007). Dicha investigación se realizó,

con: cedro, caoba, tornillo, ishpingo, y marupa, propagados vegetativamente, donde se evaluó la influencia de cinco tipos de sustratos en la etapa de viverización, que fueron **S_0:** "Testigo" 2 tierra agrícola; 1 arena de rio; 1 gallinaza madura;**S_1:** 1 tierra agrícola; 1 arena de rio; 1 gallinaza madura; 1 cascarilla de arroz carbonizada; **S_2:**1 tierra agrícola; 1 gallinaza madura; 1 cascarilla de arroz carbonizada;**S_3:** 1 tierra agrícola: 1 arena de rio: 1 cascarilla de arroz carbonizada; **S_4:** 1 arena de rio: 1 gallinaza madura: 1 cascarilla de arroz carbonizada, resultando que el sustrato 2, presentó valores significativamente mayores ($p< 0,05$) en términos de peso seco de raíz (1,4 g/plántula) y peso seco aéreo (3,1 g/plántula), altura total de la parte aérea de (37,9 cm) para ***Amburana cearensis*** (ishpingo) después de 100 días, en comparación a los demás sustratos, favoreciendo significativamente en el crecimiento de casi todas las variables evaluadas en las especies ishpingo, cedro, caoba. Sin embargo, el autor recomienda realizar comparaciones de los sustratos con fertilizantes debido a que solo se emplearon sustratos sin fertilizar (IIAP Y FINCYT, 2007).

Por su parte, Prieto *et al*. (2010), realizó estudios en especies forestales empleando sustratos orgánicos, con envases de poliestireno de 170 cm^3 (77 cavidades), donde obtuvo resultados de altura y diámetro de las siguientes especies forestales latifoliadas: ***Tabebuia donnell smithii*** con un rango de 22.5 cm y diámetro de 4.4. mm, mientras que ***Caesalpinea platyloba*** con altura de 16.3 cm y ***Swietenia humilis*** con 16.3 cm y diámetro de 5.1 mm respectivamente.

Respecto al índice de lignificación para las siguientes especies forestales como: ***Tabebuia donnell***, el grado de lignificación fue de 24.16%, en tanto las especies de ***Swietenia humilis*** y ***Caesalpinea platyloba*** tuvieron un grado de lignificación con 37.87 y 37.13 % respectivamente, de igual manera en ***Lysiloma acapulcensis*** fue de 30.80 % y ***Leucaena leucocephala***, con 24.18 %.

Por otro lado el índice de lignificación para ***Gliricidia sepium*** fue de 22.08 %, sin embargo cabe resaltar que para el cedro rojo (***Cedrela odorata***) fue de 21.77 % señalando un comportamiento bajo en lignificación. Con respecto a las especie

Lysiloma acapulensis y ***Leucaena leucocephala*** el índice de robustez obtenido son de 10.8 y 8.2 respectivamente, mientras que para ***Tabebuia rosea*** fue de 2.99 y de 6.77 para ***Cedrela odorata***.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Schizolobium amazonicum*

A. Clasificación botánica

Según Ramalo (2007) la clasificación taxonómica del pashaco (***Schizolobium amazonicum***) es la siguiente:

- Reino : Vegetal
- División : Magnoliophyta
- Clase : Magnoliopsida
- Orden : Fabales
- Familia : Caesalpiniaceae
- Género : *Schizolobium*
- Especie : *amazonicum* Huber

B. Descripción botánica de la especie

Árbol de 30 – 70 cm de diámetro y 18 a 25 m de altura, de tallo cilíndrico. Corteza interna lisa y agrietada color marrón rojizo a grisáceo. Corteza externa homogénea color amarillo blanquecino, olor a legumbre. Hojas compuestas bipinadas alternas y dispuestas en espiral, hojas glabras o finamente pubescentes por el envés (Santiago *et al.*, 2012).

C. Nombres comunes

La especie toma los siguientes nombres: PERU; Pashaco, Pashaco blanco, Pinochuncho. Bolivia; cerebo. Colombia; Tambor. Costa Rica; gavilan. Ecuador; pachaco. Brasil; Parica. México; palo de judío (Ernani, 2007).

D. Distribución natural y habitad

Se distribuye en la Región Amazónica, mayormente debajo de los 1200 msnm. Se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, aunque también en ámbitos con una estación seca marcada; es una especie con tendencia heliofita y de crecimiento rápido, presente en bosques secundarios tempranos y tardíos; se encuentra en claros en el bosque primario; prefiere suelos arenosos a limosos, de fertilidad media a alta, necesariamente bien drenados, con pedregosidad baja a media. Esta especie es muy sensible al anegamiento y no tolera sobre todo cuando es plántula (Santiago *et al.*, 2012).

E. Fenología

Se registra la floración en la estación seca entre octubre y noviembre, y fructificación a inicios de la estación de lluvias, noviembre – diciembre, el árbol se defolia antes de florear (Ernani, 2007; Santiago *et al.*, 2012).

F. Usos

Esta especie es bastante utilizada en producción de láminas medias del contrachapado (Tripley), juguetes, puertas. Son producidas chapas de alta calidad y uniformidad que son exportados principalmente para los Estados Unidos. Pashaco es una especie promisoria para producción de pasta para celulosa, destacándose su fácil blanqueamiento. Esta especie es recomendada, también para restauración de ambientes (Ernani, 2007).

2.2.2. ¿Qué es una planta de calidad?

Duryea (1985) la define como aquella que es capaz de alcanzar un desarrollo (supervivencia y crecimiento) óptimo; en un medio determinado y, por tanto, cumplir los objetivos establecidos en un plan de restauración. Otros la definen como la capacidad que tiene las plantas para adaptarse y desarrollarse a las condiciones climáticas y edáficas del sitio de plantación, y depende de las características

genéticas del germoplasma y de las técnicas utilizadas para su reproducción en vivero (Prieto *et al*., 2009). No existe un único modelo de calidad ideal para cada especie. Una calidad de planta determinada puede ser válida para ciertos objetivos de restauración pero no para otros.

2.2.3. Calidad de planta

La calidad de la planta forestal, es uno de los factores más importantes que condicionan y determinan la buena marcha y el éxito de la plantación (Oliveira, 2010 y South, 2000). Esta puede cambiar en el tiempo, variando con su estado fenológico y, probablemente, con su edad. Así, la resistencia a situaciones de estrés de una planta, no es la misma durante el periodo de reposo vegetativo, que al producirse la elongación de los tallos (Burr, 1990, citado por Villa, 2003). Sin embargo, esta importancia, solo ha sido reconocida hace relativamente poco tiempo (Oliveira, 2010).

La exigencia de planta de calidad, es mayor cuanto más limitante sea el medio donde se ejecuta la restauración (Villa, 2003). El empleo de planta de calidad, asegura en mayor medida el éxito de las plantaciones o reforestaciones, dicha calidad, viene definida a través de una serie de parámetros morfológicos y fisiológicos, que permitirá hacer un seguimiento, más controlado de su comportamiento en el campo (Pardos y Montero, 1997), de tal modo que los arbolitos de buena calidad, se escogen sanos, frondosos y bien formados, de tamaño apropiado en altura y grosor de tallo, con una proporción balanceada entre la parte aérea y la raíz, cualidades que les permiten su establecimiento y crecimiento vigoroso en el sitio de plantación, asegurando la mayor supervivencia El hecho de contar con plantas resistentes al estrés, por las condiciones climáticas y edáficas del sitio de plantación, con buena capacidad fotosintética y que disponga de reservas que le permitan iniciar con vigor su crecimiento en el campo, propiciara el fomento de bosques con calidad (Leyva, 2008, citado por Sáenz *et al*., 2010).

En la actualidad, se reconocen cuatro tipos de calidad de planta, las cuales son: calidad genética, calidad biológica, calidad fisiológica y la calidad morfológica (Serrada *et al*., 2005, citado por Robles, 2010 y Villa, 2003).

A. Calidad genética

Se refiere a la procedencia de la semilla (Quiroz *et al*., 2001, citado por Robles, 2010) o los otros materiales de reproducción, a partir de los que se obtuvo el plantón (Villa, 2003), debido a que esta debe de contribuir a generar árboles con características deseables (fenotipo), las cuales a su vez sean heredables (genotipo) (Quiroz *et al*., 2001, citado por Robles, 2010). El éxito en la producción de planta de buena calidad genética, depende de la experiencia para colectar semilla de rodales seleccionados. Obtener plantas de buena calidad depende tanto de la calidad de la semilla como de las prácticas de cultivo en el vivero (INTA, 2011).

B. Calidad biológica

Se busca obtener plantas libres de parásitos, pero a su vez que la planta se encuentre asociada con simbiontes (Serrada *et al.*, 2005, citado por Robles, 2010) que le permitan establecerse en campo definitivo.

C. Calidad fisiológica

Este tipo de calidad, se refiere al estado nutricional e hídrico, capacidad de formación de raíces y resistencia a diversos fenómenos meteorológicos (García, 2006; Rodríguez, 2008, citado por Robles, 2010), que permiten el establecimiento en campo. Sin embargo, para evaluar la aptitud de un lote de plantas deben medirse varios parámetros fisiológicos, ya que no se cuenta con experiencia suficiente para afirmar, que uno solo de ellos sea decisivo, debido a su gran variabilidad García *et al.* (2007).

- **Contenido de humedad**

Es el estado hídrico de la planta, éste es dinámico y cambia en relación con la humedad que exista en el sustrato de crecimiento y en el ambiente; cuando están sometidos durante mucho tiempo a tensión hídrica, se altera el proceso de asimilación de CO_2 y de transpiración, lo que se traduce en una degradación del mecanismo de fotosíntesis y un deterioro en su crecimiento Prieto *et al*. (2003).

- **Contenido de nutrientes**

La deficiencia de nutrimentos, se detecta cuando la tasa de crecimiento es limitada y cada especie forestal, presenta una sintomatología específica. Un ajuste de deficiencia de nutrimentos, puede ser realizado mediante un conocimiento previo de los niveles de nutrimentos en el sustrato y en el follaje de la planta (Prieto *et al*., 2003).

- **Crecimiento potencial de la raíz**

La formación de raíces nuevas, es una medida fisiológica indirecta de la calidad de planta. La abundante emisión de raíces, demuestra alta calidad y garantiza un rápido crecimiento después de la plantación; cuando se establece en condiciones ambientales favorables para su crecimiento, emite nuevas raíces, las cuales iniciarán el proceso de absorción de agua. El desarrollo de nuevas raíces, es una manifestación de las prácticas culturales, de manejo durante el traslado al sitio de plantación y de su condición fisiológica al plantarse (Prieto *et al*., 2003).

- **Carbohidratos de reserva**

El contenido de carbohidratos, varía de acuerdo al tejido o partes de la planta y los periodos de crecimiento y/o reposo durante el año. Las concentraciones de carbohidratos estructurales, tales como los azúcares y almidones, se determinan mediante técnicas, que requieren mucho tiempo en laboratorios bien equipados. Aun

así, se han utilizado por varios autores como indicadores de calidad (Rodríguez, 2008).

D. Calidad morfológica

Los parámetros morfológicos son, atributos determinados física o visualmente, y los más utilizados en la determinación de la calidad de los plantones, proporcionando una comprensión más intuitiva por parte de los viveristas (Gomes *et al.*, 2002). Es la respuesta fisiológica de la planta, a condiciones ambientales y a las prácticas de vivero y generalmente es fácil de cuantificar (Birchler *et al*., 1998, citado por Robles, 2010). La morfología es la manifestación física de las plantas y generalmente los principales atributos son:

- **Altura**

Es un buen predictor de la altura futura en campo, pero no para la supervivencia; este parámetro, se ha utilizado por mucho tiempo como un indicador de la calidad, aunque se considera insuficiente y es conveniente relacionarlo con otros criterios para que refleje su real utilidad (Mexal y Landis, 1990, citado por Sáenz *et al*., 2010). Es fácil de medir, pero no es muy informativa por sí sola, ofrece sólo una somera aproximación del área fotosintetizante y traspirante (Birchler *et al.*, 1998, citado por Sáenz *et al*., 2010).

Aunque la altura de las plantas, debe definirse en función de las características del sitio de plantación, pudiendo ser manipulada en vivero a través de la fertilización y el riego (Sáenz *et al*., 2010).

- **Diámetro del cuello de la raíz**

Es la característica más importante, que permite predecir la supervivencia de la planta en campo, define la robustez del tallo y se asocia con el vigor y el éxito de la plantación. Plantas con diámetro mayor a 5 mm son más resistentes al doblamiento y

toleran mejor los daños por plagas y fauna nociva, aunque esto varía de acuerdo a la especie (Prieto *et al.*, 1999 y Prieto *et al.*, 2009).

- **Tamaño del sistema radicular**

El desarrollo del sistema radicular, depende del agua que contenga el sustrato, lo que determina su crecimiento y desarrollo. Si una planta recibe agua en abundancia, no estimulará demasiado el crecimiento de la raíz, pero si el agua escasea, será necesario que la planta tenga un sistema radical amplio, para que sobreviva (Leyva *et al.*, 2008).

Entre más grande sea el sistema radical de la planta, tendrá más puntos de crecimiento y mayor posibilidad de explorar el suelo para captar agua y nutrientes; además, incrementará la probabilidad de infección micorrícica (González, 1995).
El tamaño del sistema radicular, puede afectar la tasa de transpiración y el intercambio de gases. Los brinzales con sistema radicular pequeño, están bajo tensión hídrica, porque absorben agua en forma insuficiente, y ocasiona déficit debido a las perdidas por transpiración del follaje. Se ha observado que una raíz voluminosa, favorece el crecimiento después de la plantación (Rose, Carlson y Morgan, 1990, citado por Prieto *et al*., 2003).

- **Peso de la planta**

Investigaciones realizadas, determinaron que el peso seco (biomasa) o el peso verde del brinzal, tiene gran correlación en la sobrevivencia en campo (Vera, 1995), con la misma consistencia que el diámetro del tallo o cuello de la raíz. También, el diámetro está fuertemente correlacionado con el peso de la parte aérea y del sistema radicular (Thompson, 1985; Vera, 1995 y Sáenz, *et al.,* 2010). Para mayor consistencia en los resultados, se sugiere utilizar el peso seco, ya que el peso en verde tiene gran variación de agua en los tejidos dentro de la misma especie (Vera, 1995).

2.2.4. Indicadores de calidad de planta

Para determinar la calidad morfológica de una planta, se usan variables de tipo cualitativo y cuantitativo. Las variables de tipo cuantitativo son la altura, diámetro del cuello, pares de hojas, biomasa aérea, biomasa de raíces, forma y desarrollo radicular y consistencia del cepellón (García, 2006); mientras que las variables cualitativas se basan en el aspecto y desarrollo de la planta, siendo el color de las raíces, presencia o ausencia de la raíz principal, cantidad de raíces secundarias y suculentas (Robles, 2010).

La magnitud de las variables es difícil de interpretar y en ocasiones resulta engañoso, por ello se han desarrollado diferentes coeficientes o índices (Dickson *et a*l., 1960; Robles, 2010), que permiten evaluar y determinar la calidad de planta, los índices varían de acuerdo a las especies.

Cuadro 1. Fórmulas empleadas para determinar la calidad de la planta

Índice	Objetivo	Ecuación	Autor
Área foliar Especifica	Determina la capacidad de producción de carbohidratos.	$AFE = \frac{\text{Area foliar } (\text{cm}^2)}{\text{Peso de follaje (g)}}$	Toral (1997)
Proporción PSA/PSR	Predice la supervivencia en campo.	$PAR = \frac{Peso\ seco\ aereo\ (g)}{Peso\ seco\ radicular\ (g)}$	Hernan (1964 citado por Thompson, 1985).
Esbeltez .	Predice la supervivencia y crecimiento de la planta en campo.	$IE = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diametro (mm)}}$	Roller. 1977. citado por Thompson, (1985).
Índice de calidad de Dickson.	Distinguir plantas idóneas para plantarse en campo.	$ICD = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diametro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aerea (g)}}{\text{Peso seco raíz (g)}}}$	(Dickson *et al*., 1960).

2.2.5. Interacción de variables

A. Índice de robustez

Es la relación entre la altura de la planta (cm) y el diámetro del cuello de la raíz (mm) y debe ser menor a seis y es un indicador de la resistencia de la planta a la desecación por el viento, de la supervivencia y del crecimiento potencial en sitios secos. El menor valor indica que se trata de arbolitos más bajos y gruesos, aptos para sitios con limitación de humedad, ya que valores superiores a seis los dispone a los daños por viento, sequía y helada (Rodríguez, 2008). Asimismo, valores más bajos están asociados a una mejor calidad de la planta e indica que es más robusta y con tallo vigoroso; en cambio valores altos indican una desproporción entre el crecimiento en altura y el diámetro, como pueden ser tallos elongados con diámetros delgados. La robustez se considera una característica que influye en el desempeño temprano de la plantación, donde los límites del parámetros inferior debe ser mayor a 1 y el parámetro superior menor que 6 (Prieto *et al*., 2003 y Prieto *et al*., 2009).

B. Relación peso seco de la parte aérea y el peso seco del sistema radicular

La producción de biomasa es importante, debido a que refleja el desarrollo de la planta en vivero. 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 buena relación debe fluctuar entre 1.5 y 2.5 porque valores mayores indican desproporción y la existencia de un sistema radicular insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta; el cociente de ésta relación no debe ser mayor a 2.5, particularmente cuando la precipitación es escasa en los sitios de plantación (Thompson, 1985, citado por Sáenz *et al*., 2010).

Una planta de buena calidad, debe tener un diámetro de cuello grande, bajo valor de esbeltez (cociente altura/diámetro de cuello), un sistema radical fibroso y un valor

alto del cociente biomasa de raíz/ biomasa aérea (Fonseca *et al*., 2002, citado por García, 2007).

C. Índice de lignificación

El índice de lignificación está estrechamente ligado con los riegos, porque las plantas regadas continuamente (sin estrés) incrementan en forma notable su crecimiento en altura y diámetro, así como la producción de fitomasa. Por otro lado el diámetro de cuello es más sensible en plantas que se riegan diariamente, de tal manera que el índice de lignificación se incrementan en mayor proporción en el sustrato con estrés hídrico (Prieto *et al*., 2003).

D. Área foliar especifica

La tasa de crecimiento relativo (TCR) es un atributo cuantitativo que difiere entre especies, se define como la tasa de incremento en biomasa por unidad de área de la planta. El incremento en masa depende de la tasa de fotosíntesis. La TCR puede desglosarse en cinco componentes: 1) la tasa fotosintética por unidad de área foliar, 2) la fracción de carbono fijada que no es respirada;3) pero sí incorporada en la biomasa estructural de la planta, 4) la masa foliar, la concentración de carbono de la planta, y por último, 5) el área foliar específica (Poorter, 2002, citado por Mello, 2006).

El área foliar específica (AFE), explica en mayor parte la variación de crecimiento entre las especies. Las especies con crecimiento más rápido, bajo óptimas condiciones, son aquellas que tienen la mayor área foliar específica (Poorter, 1999, citado por Mello, 2006). El área foliar específica es la razón entre el área de la hoja y su peso seco:

$$\mathrm{AFE} = \frac{\text{Area foliar } (\mathrm{cm}^2)}{\text{Peso de follaje } (\mathrm{g})}$$

Un incremento en el área foliar específica, implica que la hoja invierte menos biomasa por unidad de área. Esta variable, se correlaciona fuertemente con una variedad de parámetros fisiológicos y químicos. Las especies con alta AFE poseen

altas concentraciones de componentes citoplasmáticos como proteínas, minerales y ácidos orgánicos. Asimismo, presentan altas concentraciones de N y altas tasas de actividad fotosintética. Existe una relación directa entre el área foliar específica (AFE) de las especies y la productividad del hábitat en donde estas especies generalmente se encuentran.

E. Índice de calidad de Dickson (ICD)

Debido a que ninguno de los índices pueden por si solas, describir la calidad de planta, Dickson *et al*. (1960) desarrollaron un índice de calidad, que permite evaluar mejor las diferencias morfológicas entre plantas de una muestra y predecir el comportamiento en campo de estas plántulas (González *et al*., 1996). Este índice es el mejor parámetro para indicar la calidad de planta, ya que expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, evitando seleccionar plantas desproporcionadas y descartar planta de menor altura pero con mayor vigor; de tal manera que el parámetro inferior es de 0.2 y cuanto más cercano este a la unidad (1.00), indica que la planta es de mayor calidad (Fonseca *et al*., 2002, citado por García, 2007).

2.2.6. Factores que influyen en la calidad de planta

Los factores y operaciones que influyen en la calidad de planta en el vivero son: el tamaño de bolsa o contenedor, densidad de siembra de almacigo, transplante, tipo de sustrato, riegos, luz, remociones, podas de raíz, cuidados contra plagas y enfermedades (Rodríguez, 2008).

A. Contenedor o envases

En la actualidad, se emplean más los contenedores de paredes rígidas, estos a su vez, pueden ser bolsas de polietileno o contenedores. Las deformaciones radiculares que provocan las bolsas de polietileno, han causado que se incremente el uso de contenedores (Domínguez, 1997), ya que su tecnología evita el enrollamiento de raíz (Ruano, 2003). El envase facilita el contacto del sistema radicular con el agua, aire y

nutrientes, y sirve de soporte físico. El envase ideal es aquel que permite producir plantones de la mejor calidad posible. Existe gran cantidad de envases que pueden ser utilizados, la selección depende del sistema de producción empleado, de las características de crecimiento de la especie, de las condiciones edáficas y climáticas del sitio de plantación, y de la facilidad de operación y costos del envase (Prieto *et al.*, 2006).

a.1. Tipos de envases

Muchos tipos de contenedores están disponibles en el mercado y cada uno tiene ventajas y desventajas, por lo cual es difícil decir cuál es mejor. Si bien una gran parte de estos envases no están disponibles, describiremos algunos a modo de ejemplos (Luna *et al*., 2010):

- **Envase de turba prensada o Jiffy-Pot**.

  Se fabricaban en diferentes tamaños y formas. Tienen poca consistencia y duración, se planta con el envase. Pueden producir espiralización de la raíz principal.

- **Bolsa de polietileno**

  Este tipo de envase, lo catalogamos como en desuso, aunque en algunos países y algunas zonas del Perú y España, todavía se usa. Son bolsas de plástico corriente, transparente u opaco indistintamente, con agujeros inferiores para facilitar el drenaje (Serrada, 2000).

  Para plantas forestales, se deben preferir bolsas de forma larga y de diámetros menores, aunque tendrán mayor dificultad en el llenado y manipulación. El llenado y el uso normalmente con tierra natural es dificultoso y caro pues la mecanización de la operación no ha sido bien tecnificada y el rendimiento en llenado manual es de 1000 bolsas por jornal (Serrada, 2000).

Las bolsas plásticas, presentan el inconveniente grave de espiralización de la raíz principal, por lo cual, para la plantación, se procede a la rotura y arranque de la bolsa, practicando dos cortes longitudinales opuestos con navaja sobre el cepellón, para recortar las raíces laterales, que puedan estrangular el cuello de la raíz al crecer el árbol. En otro caso, también puede ser conveniente, cortar el moño de raíces formado en la base de la bolsa. Estas prácticas previas a la plantación mejoran la forma del sistema radical futuro, pero reducen la ventaja de un arraigo más seguro (Serrada, 2000).

Los envases empleados en la actualidad, se pueden clasificar en no recuperables y recuperables. Los no recuperables, se destruyen en el proceso de cultivo o de plantación, son los siguientes:

- **Paper pot**

Son envases, formados por rectángulos de papel, pegados con cola permanente en forma de cilindro, que a su vez se pegan unos a otros con cola hidrosoluble y que presentan vacíos y plegados como un acordeón (Serrada, 2005).

Los **envases recuperables** no se destruyen en el cultivo o plantación y pueden ser empleados nuevamente, previa desinfección, en más de una o varias campañas, son los siguientes:

- **Envase de tubetes (bandeja alveolar)**

Con diferentes tamaños y formas de alvéolo se fabrican varios modelos en poliuretano expandido, de gran resistencia y poco peso (Serrada, 2000). Estos tubetes plásticos o conos maceteros, que tiene como ventaja la reducción de costos de producción por planta, debido a que al compararla con otra modalidad requiere menor espacio, tiempo, volumen de sustrato, fertilizantes, plaguicidas, agua, mano de obra y costo de transporte (Jiménez, 2004).

B. Sustrato

El sustrato, da soporte físico para el crecimiento y desarrollo de la planta. El éxito de la producción de planta en envase, depende del sustrato (Ruano, 2003), este a su vez puede ser orgánico e inorgánico. El tipo y mezcla de los componentes del sustrato, debe ser cuidadosamente elegido; ya que diferentes proporciones de los componentes de un mismo sustrato repercuten en el porcentaje y velocidad de germinación de la semilla; así como en el incremento en diámetro, altura y biomasa de los plantones, lo cual se refleja en la calidad de la planta (Arteaga *et al*., 2003; Valenzuela *et al.,* 2005).

Los sustratos de crecimiento, están compuestos por materiales orgánicos e inorgánicos; los primeros generan gran cantidad de microporos y por lo tanto tienen alta capacidad de retención de agua y de intercambio catiónico. En los sustratos orgánicos esta la turba, fibra de coco, cascarilla de arroz, materia orgánica, humus de lombriz (Oirsa, 2002). Los materiales inorgánicos permiten la formación de macroporos, que proporcionan aireación y drenaje; además su capacidad de intercambio catiónico es baja, facilitan la captura de iones de los fertilizantes y su posterior intercambio con el sistema radicular (Prieto *et al*., 2003). Los materiales de este grupo son arena, perlita, vermiculita (Oirsa, 2002).

b.1. Componentes del sustrato

- **Materia orgánica**

  Meléndez y Soto (2003), considera a la materia orgánica del suelo (MOS) como compuestos heterogéneos a base de carbono, que están formados por la acumulación de materiales de origen animal y vegetal, parcial o completamente descompuestos y en continuo proceso de descomposición, de sustancias sintetizadas microbiológicamente y/o químicamente, del conjunto de microorganismos vivos, muertos y de animales pequeños que aún faltan descomponerse.

- **Cascarilla de arroz semi carbonizada**

  Según Rodríguez (1994), el carbón de cascarilla de arroz es una interesante y económica alternativa para ser usado como sustrato en la producción de plantas, pues resulta limpio, con un pH ligeramente alcalino, rico en calcio y potasio; además, sí se le mezcla con tierra, evita la compactación del suelo. El carbón de cascarilla de arroz, es el componente básico de los sustratos más empleados, comparándolas con otros compuestos en las diferentes etapas de producción de plantas.

- **Compost cervecero**

  El compost cervecero es un abono orgánico elaborado a base de los sub-productos de la industria cervecera, consiste en: colocar en capas estratificadas 72 carretillas de aserrín, luego se agrega la levadura liquida hasta que se humedezca totalmente y lixivie el aserrín, seguidamente se agrega 50 carretillas (70 kg) de lodo sólido + 360 kg de gallinaza, finalmente aserrín + levadura y 20 sacos (30 kg) de etiqueta y gallinaza, aplicando 20 l de microorganismos por cada capa utilizada de lodo, finalmente esta lista para ser utilizada (Chipoco, 2012).

- **Fibra de coco**

  La fibra de coco, se obtiene del mesocarpio fibroso del fruto. Estructuralmente es una de las fibras más duras y en comparación con otras es más corta. El diámetro medio de las fibras es de aproximadamente 1mm. La gran utilidad de ésta radica en su capacidad para estirarse. El valor principal de la cáscara de coco estriba precisamente en su contenido de fibra, que es una fuente valiosa de potasa y una cobertura muerta útil para la conservación de la humedad, Alvarado *et al*., (2008).

b.2. Características del sustrato

Los sustratos tienen un efecto importante en el enraizamiento y crecimiento, siendo considerado parte esencial del sistema de propagación (Badilla y Murillo, 2005).

Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren que los sustratos tengan las siguientes características:

- **Propiedades físicas**

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.
- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad.
- Estructura estable

- **Propiedades químicas**

- Baja o apreciable capacidad de intercambio catiónico
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables.
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición.

- **Otras propiedades**

- Bajo costo.
- Fácil de mezclar.
- Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección. Resistencia a cambios externos físicos, químicos y ambientales (INFOAGRO, 2002).

C. Fertilización

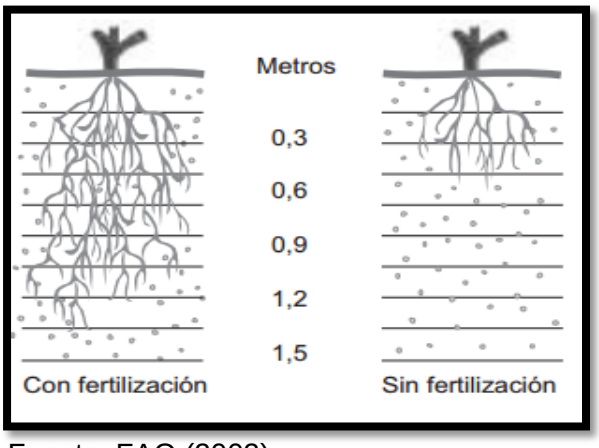
Todas las plantas requieren de 16 elementos químicos para desarrollarse adecuadamente. Los elementos siguientes son derivados del:

- Aire: carbono (C) como CO_2 (dióxido de carbono)
- Agua: hidrógeno (H) y oxígeno (O) como H_2O (agua)
- Suelo, el fertilizante y abono animal: nitrógeno (N) – las plantas leguminosas obtienen el nitrógeno del aire con la ayuda de bacterias que viven en los nódulos de las raíces - fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl) (FAO, 2002).

Cuando se carece de algún elemento antes indicado, los plantones pueden crecer deficientemente. La insuficiencia de un elemento en particular, tiene diferente respuesta entre especies; sin embargo un análisis foliar permitirá conocer el nivel de concentración de cada elemento (Prieto *et al.,* 2003).

Los sustratos, aseguran el uso más eficaz de la tierra, y especialmente del agua. Estas son consideraciones muy importantes, cuando las lluvias son escasas o los cultivos tienen que ser irrigados, en cuyo caso el rendimiento por unidad de agua usada, puede ser más que duplicado, la profundidad de las raíces del cultivo puede ser aumentada (FAO, 2002).

En suelos de baja fertilidad, los fertilizantes aumentaran la profundidad a la cual las raíces crecen.



Fuente: FAO (2002).

Figura 1. Profundidad de las raíces de las plantas con y sin fertilizante.

- **Basacote Plus**

Es un fertilizante complejo químico granular (N, P, K, Mg y micro elementos, todos en un mismo gránulo), protegido por un recubrimiento compuesto de ceras elásticas, que optimizan la liberación controlada de nutrientes ajustándose a las necesidades de las plantas.

2.2.7. Condiciones ambientales de producción

Los factores ambientales de mayor influencia en la producción de brinzales son: la temperatura y radiación, los cuales pueden ser modificados o controlados a través de invernaderos.

A. Temperatura

El rango, donde los plantones realizan de forma eficiente sus procesos metabólicos, fluctúa entre 20 y 28 °C, temperaturas inferiores limitan los procesos y más altas provocan estrés y afectan su desarrollo. Mientras que la temperatura promedio anual en Pucallpa es de 26.8 ˚C (IIAP, 2003).

B. Intensidad y calidad de luz

La intensidad y la calidad de luz, influyen en los procesos fotosintéticos del plantón. La forma para controlar la calidad y cantidad de luz en los viveros, es mediante el uso de medias sombras o mallas de media sombra, normalmente con 40 a 60 % de penetración de luz solar es la adecuada. El tiempo y tipo de malla para sombra, depende de la especie a producir y de las condiciones climáticas del sitio, aunque debe considerarse que esta; solo debe ponerse en las etapas iniciales de crecimiento, ya que si se deja hasta el final del proceso, los plantones pueden estar muy suculentos, sin lignificación y sin pre-adaptación al terreno donde se plantará (Vera, 1995).

2.2.8. Cultivo de planta en envase

La producción y empleo de plantas para la reforestación cultivada en envase, que mantienen integro el sistema radicular y la tierra que lo rodea durante todo el proceso de cultivo, transporte y plantación; tiene una utilidad y necesidad, que se derivan del análisis de sus ventajas e inconvenientes, respecto al empleo de planta a raíz desnuda.

2.2.9. Ventajas y desventajas

a. Ventajas

- Mayor probabilidad de arraigo, al no tener mutilaciones en el sistema radicular
- Es el único método posible de cultivo de planta para especies que no resisten al repicado convencional.

b. Desventajas

- Mayor costo de producción, que será del orden de 5 a 10 veces, superior al de la planta a raíz desnuda, para igual especie y edad.

- Mayor peso y volumen que la planta a raíz desnuda, lo que complica el embalaje y el transporte (Serrada, 2000).

2.3. Definición de términos básicos

Aclimatación: La aclimatación en el vivero, es un proceso de endurecimiento donde se promueven los mecanismos de resistencia a un factor de estrés

Área foliar específica: El área foliar específica es la razón entre el área de la hoja y su peso seco.

Biomasa: Masa de materia seca en una zona o habitad, que suele expresarse por unidad de superficie de terreno o por unidad de volumen de agua.

Basacote: es un fertilizante recubierto de liberación controlada con alto contenido en fósforo. Contiene además nitrógeno y azufre, conformando un monograno recubierto por la exclusiva membrana Poligen, que es elástica y microporosa, permitiendo la liberación gradual de los nutrientes por un período de 3 meses.

Crecimiento: El crecimiento**,** debe entenderse como un aumento irreversible de las dimensiones del organismo. En la definición de crecimiento se involucran un aumento irreversible de la masa celular, la formación de nuevas estructuras en las células y en toda la planta. El crecimiento puede efectuarse por el aumento en las dimensiones de las células como por la división de estas.

Compost cervecero: Abono orgánico rico en nutrientes, producto de la descomposición de desechos o sub-productos del proceso de fabricación de la cerveza, que posee un contenido balanceado de nutrientes microorganismos y minerales.

Desarrollo: El concepto de desarrollo, se considera como superior y comprende todos los cambios que por lo general, están condicionados a factores genéticos, es decir, cambios no accidentales y normalmente irreversibles, que ocurren en el organismo durante su vida, desde la fecundación del óvulo, pasando por la formación del organismo maduro y hasta su envejecimiento y muerte.

Escarificación: Cortaduras o incisiones poco profundas, practicados en una semilla para eliminar parte del tegumento de la semilla y dejar los cotiledones al descubierto,

con el propósito de interrumpir el estado de reposo o latencia y mejorar las condiciones naturales y acelerando los procesos de desarrollo.

Fertilización: Incremento de la capacidad productiva del suelo, por medio de sustancias que aumentan su capacidad (Camacho, 2000).

Índice de área foliar: Área total de la superficie superior de las hojas, por área de unidad de terreno, que se encuentre directamente debajo de la planta.

Repicar: En Hispanoamérica, al repicado se le conoce como poda de raíces y el término repicado se aplica a los trasplantes de semillero a bolsas.

Plántula: Una vez que las semillas germinaron, lo cual ocurre de 2 a 3 semanas después de ser sembradas, se genera una plántula, la cual crecerá gradualmente a través del tiempo.

Rustificación: Es adaptar las plantitas obtenidas, al ambiente en el que finalmente crecerán. Para una adecuada rustificación, es indispensable eliminar en la última fase de vivero, la sombra y riego a los plantones, por lo menos durante las últimas 3 semanas antes de su salida.

Trasplante: Es adaptar las plantitas obtenidas al ambiente en el que finalmente crecerán.

Tubetes: Envase donde se siembran distintos tipos de semillas, bajo condiciones controladas y se cuida su desarrollo hasta que los plantones, alcanzan el tamaño adecuado para ser trasplantadas a otro lugar; semillero o almacigo.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis de investigación

H_i: Si empleamos diferentes sustratos en tubetes para la producción de plantones de pashaco, entonces mejoraremos el crecimiento y la calidad de los plantones.

2.5. Variables

2.5.1. Variables independientes

Tipo de sustrato (Tratamiento)

Cuadro 2. Variables independientes

Tratamiento	Repetición	Descripción del sustrato y repetición
S1	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8	2 Tierra aluvial + 1 Arena de rio + 0.5 Gallinaza
S2	R1, R2, R3, R4,R5, R6, R7, R8	1 Tierra aluvial + 1 Arena de rio + 2 Gallinaza + 3 Cascarilla de arroz semi-carbonizada + Basacote
S3	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8	3 Materia orgánica + 1 arena de rio + 2 compost cervecero + 1 Cascarilla de arroz semi-carbonizada + Basacote
S4	R1, R2, R3, R4,R5, R6, R7, R8	1 Compost cervecero + 2 Cascarilla de arroz semi-carbonizada + 3 Fibra de coco + Basacote

2.5.2. Variables dependientes

Cuadro 3. Variables dependientes

Variables	**Indicadores**
1.Crecimiento de plantones	- Altura de planta - Diámetro de tallo - Peso del follaje (Húmedo y seco) - Peso radicular (Húmedo y seco) - Área foliar
2. Calidad de plantones	- Índice de área foliar especifica - Índice robustez/esbeltez - Índice de lignificación - Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz (BSA/BSR) - Índice de calidad de Dickson

CAPITULO III
METODOLOGIA

3.1. Tipo y nivel de investigación

La investigación por su naturaleza es aplicada, según Vargas (2009), porque los resultados a obtenerse serán de conocimientos silviculturales, que ayudó a realizar un buen manejo de las plantas en vivero, acompañado de fertilización, para obtener plantas de calidad.

Es de nivel experimental y correlacional, según Hernández *et al,* (2010); Bernal, (2006); Tamayo y Tamayo, (1994). Porque se manipulo las variables independientes para la obtener una respuesta en las variables dependientes altura y diámetro.

3.2. Método de la investigación

3.2.1. Localización y descripción de la zona

La investigación se realizó en el vivero forestal de REFORESTA PERÙ S.A.C., ubicado dentro de las áreas de la empresa BACKUS, localizado en la margen derecha de la ruta a Lima, Carretera Federico Basadre Km 13, e ingresando 1 km; geográficamente ubicado en las coordenadas 8°23'46.98'' S: 74°38'49.35'' O y a 152 msnm, la temperatura media anual es de 26.5 º C, con temperatura máxima de 36.5 ºC, y mínima de 17.4 ºC; la humedad relativa es de 82.4 %; la precipitación media anual es de 1773 mm/año, respectivamente (IIAP, 2003). Políticamente pertenece al distrito de Yarinacocha, Provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

3.2.2. Lavado y desinfección de tubetes

Se seleccionó ocho bandejas con 48 tubetes de un volumen de 115 cm^3, que se procedió a remojarlos en agua con detergente y lejía al 10 %, por un espacio de 1 hora, luego se lavó con escobillones los tubetes interior y exterior, finalmente se enjuago con abundante agua y se colocó en sus envases respectivos para el secado.

3.2.3. Preparación de los componentes del sustrato

A. Cascarilla de arroz semi carbonizada

La cascarilla sin carbonizar (2 sacos), fue esparcida en el suelo con 2 a 3 cm de espesor aproximadamente, luego se encendió desde un extremo, y a medida que se iba quemando, se regaba agua a la cascarilla de arroz para evitar la carbonización completa, la remoción se realizó con rastrillo, en periodos de 10 a 15 minutos, finalmente se dejó enfriar y se llenó en sacos (Figura 2).



Figura 2. Cascarilla de arroz carbonizada y lista para usar

B. Desmenuzado de la fibra de coco

La fibra de coco, fue comprada a la empresa Arborizaciones S.A.C, la cual viene en cubos comprimidos, donde en las etiquetas no especifican la especie; dichos cubos están listos para ser usadas en previo remojo en agua durante 14 horas, cuando la fibra ganó volumen se procedió a desmenuzar, hasta dejarlo totalmente suelto (Figura 3), seguidamente se procedió a llenar en costal (50 kg), para facilitar la eliminación del exceso de agua, finalmente se esperó que seque para proceder a preparar los sustratos.



Figura 3. Agregando agua a la fibra de coco para desmenuzarlo

3.2.4. Preparación de sustratos

La preparación de los sustratos empleados, de acuerdo a sus componentes y proporciones se detalla a continuación:

A. Sustrato para el tratamiento 1 (Testigo)

Constó de los siguientes componentes y proporciones: 2 Tierra aluvial + 1 arena de rio + 0.5 gallinaza, para lo cual se tamizo cada uno de los componentes, en zaranda con malla metálica de 0.5 cm x 0.5 cm. Se midió las cantidades según las proporciones y con la ayuda de una pala recta se procedió a mezclar los componentes del sustrato, a medida que se iba mezclando, se añadió agua con la regadera para que el sustrato tome consistencia, sin disgregarse. Para dicho tratamiento se utilizó: (6.4 l tierra aluvial + 3.2 l arena + 1.6 l gallinaza), correspondiendo un total de 11.20 l de sustrato.



Figura 4. Mezcla de sustratos y llenado de tubetes con sustrato

B. Sustrato para el tratamiento 2

Los componentes y proporciones utilizados fueron: 1 Tierra aluvial + 1 arena de rio + 2 gallinaza + 3 cascarilla de arroz semi carbonizada + basacote en la cantidad de 4 g/l de sustrato. Se tamizó de la misma manera todos los componentes, midiéndose las proporciones de cada uno de los componentes de acuerdo a las siguientes proporciones (1.70 l Tierra aluvial + 1.60 l arena de rio + 3.50 l gallinaza + 4.70 l de Cascarilla de arroz semi carbonizada), correspondiéndole un total de 44.16 g de basacote en base a la nueva proporción del sustrato. Luego el sustrato y el

fertilizante fueron mezclados homogéneamente con una pala y regados ligeramente con agua.

C. Sustrato para el tratamiento 3

Estuvo compuesto por los siguientes componentes y proporciones: 3 Materia orgánica + 1 arena de rio + 2 compost cervecero + 1 cascarilla de arroz semi carbonizada. Para la elaboración de este sustrato se tamizó materia orgánica, arena de rio y compost cervecero, se agregó cascarilla de arroz semi carbonizada, en las siguientes proporciones: 4.90 l materia orgánica + 1.60 l arena de rio + 3.30 l compost cervecero + 1.70 l cascarilla de arroz semi carbonizada, seguidamente se agregó 62.4 g de basacote en base a la nueva proporción del sustrato. Finalmente el sustrato y el fertilizante fueron mezclados homogéneamente con una pala y regados con agua.

D. Sustrato para el tratamiento 4

Los componentes tuvieron las siguientes proporciones: 1 Compost cervecero + 2 cascarilla de arroz semi carbonizada + 3 fibra de coco. Para lo cual se tamizo el compost cervecero, luego se agregó la cascarilla de arroz semi carbonizada, fibra de coco, seguidamente se agregó el basacote a una cantidad de 4 g/l, en dicho tratamiento se utilizaron 11.5 l: 1.90 l Compost cervecero + 3.80 l cascarilla de arroz semi carbonizada + 5.80 l fibra de coco, correspondiéndole un total de 176.64 g de basacote. Luego el sustrato y el fertilizante fueron mezclados homogéneamente con una pala y regados con agua.

Seguidamente se procedió a llenar con el sustrato preparado los 96 tubetes de 115 cm^3 contenidas en una bandeja (Figura 4). La modalidad de llenado, consistió en agarrar de los extremos a la bandeja y se golpeó para compactar al sustrato en los tubetes, luego se procedió a agregar más sustrato hasta que los tubetes estén llenos hasta el borde.

3.2.5. Preparación de la cama de almacigo

Para la preparación de la cama de almacigo de 80 cm de ancho por 3 m de largo, que se encontraba dentro del invernadero, se utilizaron los siguientes materiales y herramientas: ½ m^3 de arena gruesa, ¼ m^3 arena de rio lavada, regla, regadera, donde primero se procedió a llenar la arena gruesa, luego se distribuye la arena de rio con ayuda de una regla, seguidamente se esterilizó con 4.2 l/m^2 agua hervida, se dejó enfriar para posteriormente dibujar el distanciamiento en la cama de almacigo para sembrar las semillas (Figura 5).



Figura 5.Cama de almacigo preparada

3.2.6. Escarificación de las semillas de *Schizolobium amazonicum*

Las semillas fueron adquiridas a un proveedor en una cantidad de 0.50 kg (757 semillas), se seleccionaron las mejores semillas y se escarifico de manera superficial solo el tegumento en la parte opuesta del embrión, con la ayuda de una cortauña evitando dañar los cotiledones solo el tegumento en la parte opuesta al embrión, (Figura 6). Luego se determinó el porcentaje de pureza que fue de 97.52 %.

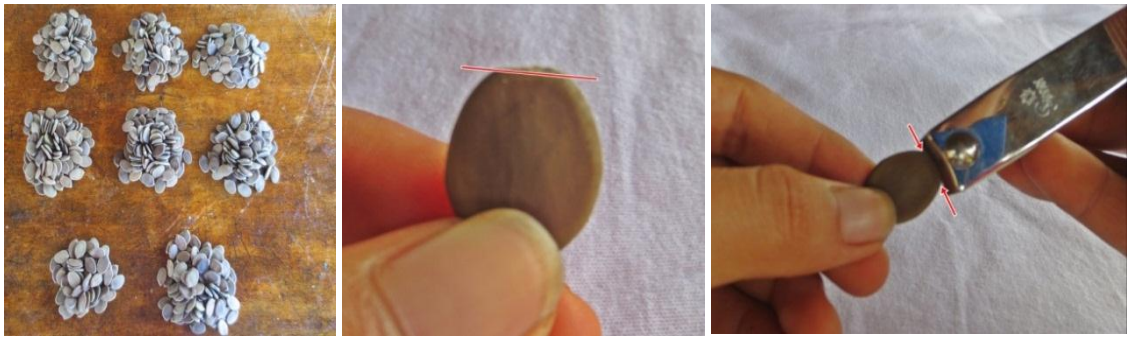


Figura 6. Selección y escarificacion de la semilla de pashaco

3.2.7. Siembra de las semillas de *Schizolobium amazonicum*

Antes de la siembra se procedió a regar con 4.2 l/m^2 de agua fría la cama de almacigo, sembrándose de manera vertical a un distanciamiento de 5 x 5 cm, un total de 500 semillas escarificadas, cubriéndolos con una fina capa de arena (Figura 7), nuevamente se procedió a regar el almacigo. El riego se realizó diariamente de acuerdo a las condiciones climáticas, en días lluviosos solo 2 veces al día y en días calurosos de 3 a 4 veces al día. La evaluación de la germinación se registró en formatos a partir del segundo día de almacigado (Ver *anexo 1 al 4*) en que se observó turgencia en las semillas.

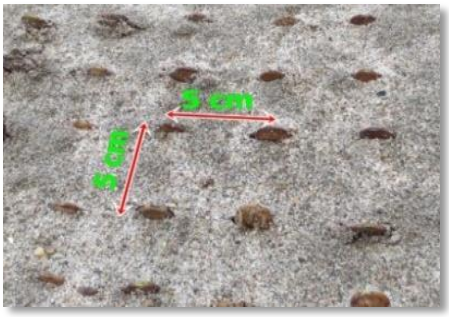


Figura 7. Almacigo de semillas de *Schizolobium amazonicum*

3.2.8. Repique y aclimatación de las plántulas de pashaco

El trasplante o repique de las plántulas de la cama de almacigo a los tubetes, es el paso más delicado, donde pueden morir fácilmente las plántulas (Jiménez, 2004). Esto, se realizó cuando las plántulas tenían los dos cotiledones en el exterior del sustrato y altura de 6.8 a 9 cm aproximadamente.

Fueron extraídas de la cama de almacigo un total de 384 plántulas, pero se agrupo en 48 plántulas siendo colocados en balde con 8 L de agua, previo al trasplante, primero se regó las bandejas con suficiente agua, después se abrió un hoyo en el centro del tubete con un repicador (pin), y se introdujo la plántula teniendo cuidado que la raíz principal no quede doblada hacia arriba. Se cubrió las raíces con tierra y se aprisionó con los dedos para evitar la formación de vacíos (Figura 8). Luego fueron humedecidas nuevamente, pasando a un ambiente de aclimatación, en donde

las plántulas estuvieron bajo sombra al 100 %, por un periodo de 3 días, durante este periodo se sometió a las plántulas a riego pesado de 3 a 4 veces al día.



Figura 8. Repique y aclimatación de plántulas de *Schizolobium amazonicum*

3.2.9. Rustificación de las plántulas de *Schizolobium amazonicum*

En esta etapa las plántulas pasan a túneles que están cubiertos con malla raschell a 80 % de sombra (Figura 9), por un periodo de 10 días, luego se traslada a 45 % de sombra por un periodo de 34 días, después las plántulas pasaron a exponerse directamente al sol de 7:00 am – 12:00 am por un periodo de 8 días, finalmente fueron expuestas directamente al sol por un periodo de 65 días antes de pasar a campo definitivo a una edad de 4 meses.

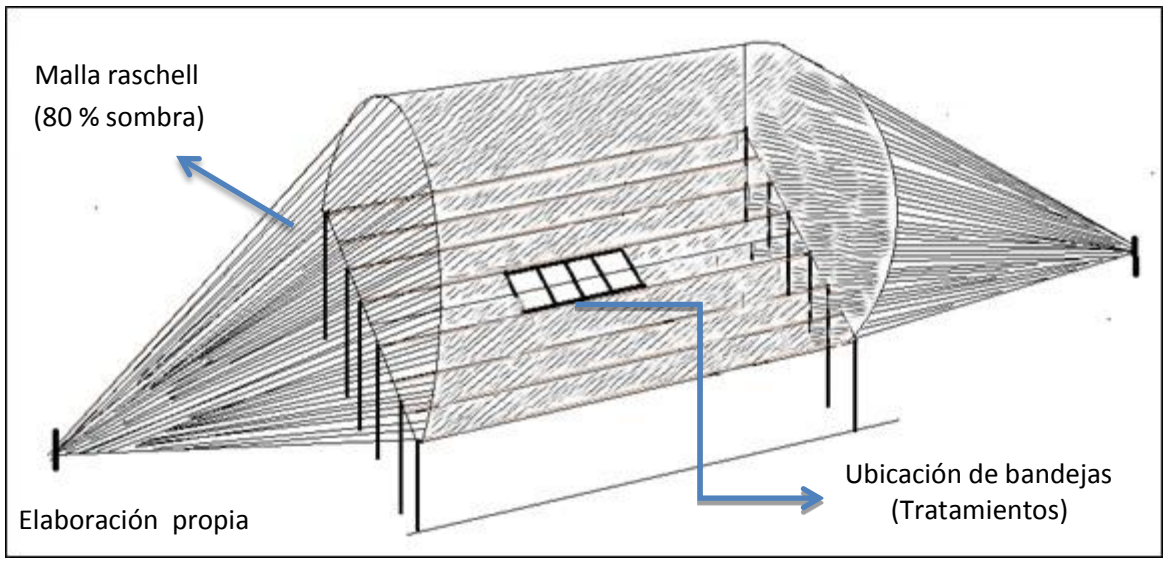


Figura 9. Ubicación de las bandejas en el túnel de rustificación

3.2.10. Propiedades químicas de los sustratos

Para conocer las propiedades químicas de los sustratos utilizados en los tratamientos; se enviaron muestras de 1 Kg en bolsas de plástico rotuladas por tratamiento, al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria la Molina, para ser analizados las propiedades químicas en el laboratorio de análisis de suelos, obteniendo como resultado (Anexo 5), y posteriormente interpretados de acuerdo a la tabla de Rodríguez (1994), cuyos resultados se muestran en el cuadro 4, donde se puede observar que los pH, no son muy acido, siendo el tratamiento S_1 neutro y los demás tratamientos: S_2, S_3, S_4, ácidos entre 5.6 y 6.5, por otra parte la conductividad eléctrica (CE) en los tratamientos S_1, S_2, S_4, dan como resultado un suelo no salino, mientras que S_3 es un suelo ligeramente salino, la CE además de indicar la salinidad del suelo también da a conocer la cantidad de fertilizante que se encuentra disponible en el sustrato para el crecimiento de las plantas, afirmando que el tratamiento S3 obtuvo mayor disponibilidad de los nutrientes.

La materia orgánica en los tratamientos S2, S3 y S4 son altos, esto se debe a los diferentes componentes de cada uno de los tratamientos (sustratos) y están estrechamente relacionada con la disponibilidad de nitrógeno en el sustrato, pudiéndose observar que a mayor cantidad de materia orgánica, mayor es el contenido de nitrógeno. En la concentración de P todos los tratamientos (sustrato) fueron superior al testigo, siendo el tratamiento S3 el que presenta mayor contenido de P, ya que según Arévalo *et al*. (2008) afirma que el fosforo realiza procesos metabólicos importantes de respiración y fotosíntesis, mejorando el almacenamiento y transferencia de energía. El contenido de potasio en el tratamiento S3 y S4 es alto, y en el tratamiento S1 es bajo, mientras que el S2 el contenido es medio, y por último el contenido de humedad es directamente proporcional al contenido de materia orgánica, sin embargo el mayor contenido de humedad tiene el S4 con 57.76 % el cual se debe al componen de fibra de coco, por ser este un sustrato que absorbe bastante humedad.

Cuadro 4. Propiedades químicas de los sustratos usados en los tratamientos

Tratamientos	pH	CE dS/m	M.O. %	N %	P_2O_5 %	K_2O %	Hd %
S 1	7.33	0.37	2.54	0.18	0.24	0.37	14.14
S 2	6.42	0.57	11.74	0.25	0.49	0.23	24.83
S 3	5.95	2.04	17.01	0.59	1.01	0.52	43.16
S 4	5.78	1.93	42.06	0.77	0.31	0.79	57.76

CE: Conductividad eléctrica; M.O.: Materia orgánica; N: Nitrógeno: Hd: Humedad

3.2.11. Cuidados durante el periodo de rustificación

Durante las evaluaciones diarias y semanales de las plántulas, se detectó y corrigió los problemas patológicos, eliminando hojas caídas que pueden ser focos de infección. Sin embargo algunas plántulas presentaron problemas de chupadera fungosa para lo cual se aplicó un fungicida, cuyo componente activo es captan + flutolanil que se preparó diluyendo 20 g en 10 l de agua y asperjando con mochila sobre todas las plántulas.

Los plantones fueron sometidos a dos tipos de riego:1) mediante aspersión realizado durante los primeros 22 días, con 3 riegos en días soleados (7:30 am. – 12:30 pm – 4:30 pm) en días lluviosos sin riego. 2) riegos con manguera, dos veces al día (7:30 am – 4:00 pm) durante los 82 días que los plantones estuvieron en la etapa final (Figura 10).



Figura 10. Riego por aspersión y con manguera a plántulas de pashaco

3.2.12. Variables evaluadas

Las variables fueron evaluadas de la siguiente manera:

A. Altura

La altura, se midió en centímetros desde el cuello de la planta hasta el ápice de la yema terminal (Thompson, 1985), donde se empleó una regla graduada, y fue colocado al ras del tubete un plástico rígido; sobre el cual se colocó la regla con la finalidad de obtener datos precisos (Figura 11), se evaluó cada 15 días y los resultados fueron registrados en el formato respectivo (Ver anexo *6*).



Figura 11. Medición de altura en plantones de *Schizolobium amazonicum*

B. Diámetro

Esta variable fue medida en periodos de 15 días, a 2 cm de la zona donde se produce una clara diferenciación de color entre el tallo y la raíz (Thompson, 1985); se utilizó el vernier en aproximación a decimas de mm (Figura 12), registrándose los resultados en el formato (Ver anexo 6).



Figura 12. Medición de diámetro del plantón

C. Biomasa aérea y de raíces

Para la determinación de la biomasa tanto de raíces y aérea se evaluó todas las plantas por repetición en la etapa final de la investigación, para ello se procedió a retirar los plantones de los tubetes; eliminando cuidadosamente los restos de sustrato, luego se separó con la tijera de podar ambas partes (biomasa aérea – biomasa radicular) y se pesaron las muestras húmedas en una balanza digital a una precisión de centésima de gramo. Posteriormente se colocó las muestras dentro de bolsas de papel kraf, para proceder al secado en la estufa, por un periodo de 72 horas a una temperatura de 70 °C, finalmente se evaluó el peso seco de ambas partes de la planta hasta tener peso constante (Figura 13), siendo anotados en el siguiente formato (*Ver anexo 7*).

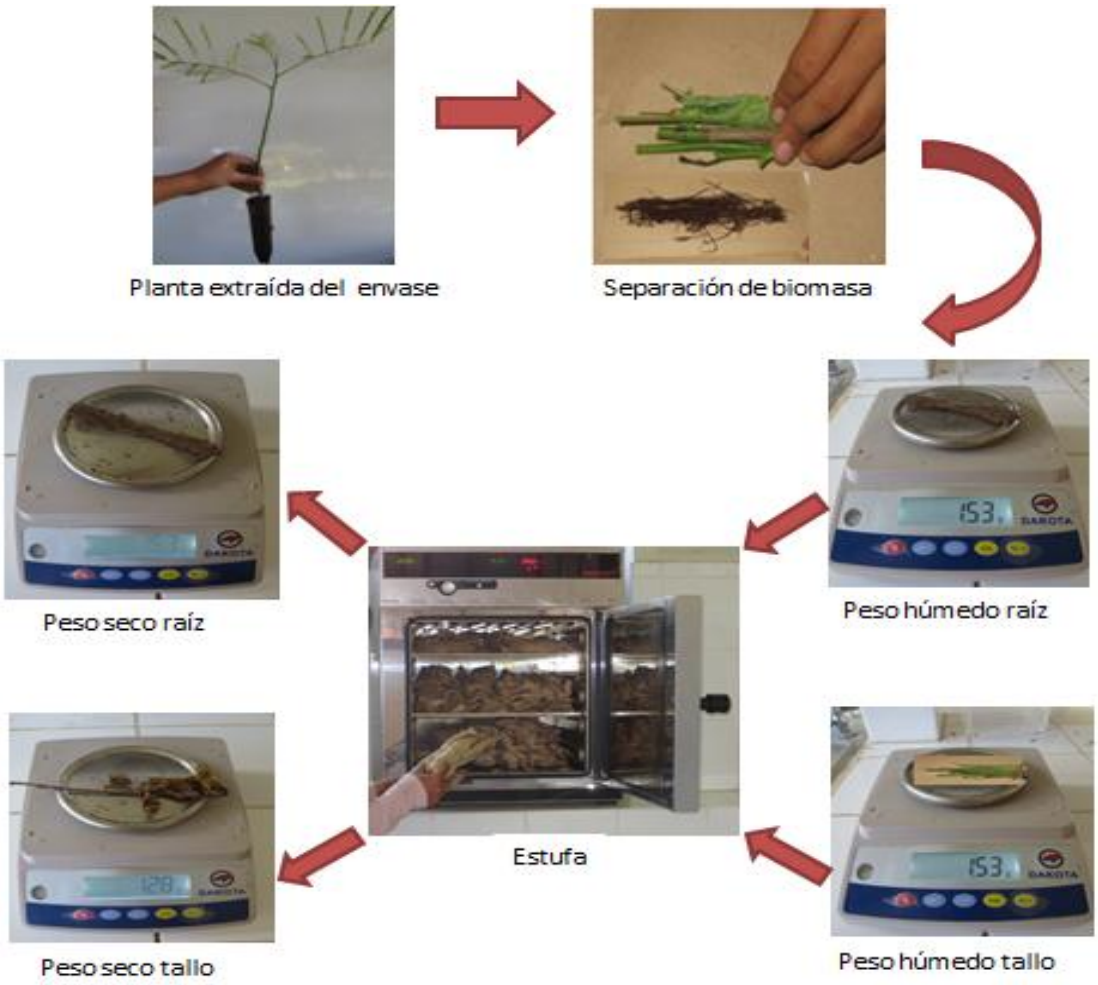


Figura 13. Proceso de toma de datos de la biomasa radicular y aérea

D. Área foliar especifica

Para determinar el área foliar de las plantas, se seleccionó las plántulas que tenían un crecimiento promedio de altura de cada tratamiento, dado que las formas y tamaños específicos de las hojas, fueron muy variados, y se empleó el siguiente método de Richard (1969) donde: Se dibujaron las siluetas de todas las hojas de la planta en papel milimetrado, cortándose luego cuidadosamente con bisturí, seguidamente se pesó todas juntas. Después se cortó un decímetro cuadrado del mismo papel (1 dm^2) y se pesa, para poder determinar por regla de tres simple, el peso del papel de 1 dm^2 con aquellos que representa al total de hojas se calcula el área foliar de la planta que fueron registradas en un formato (Ver anexo 7).

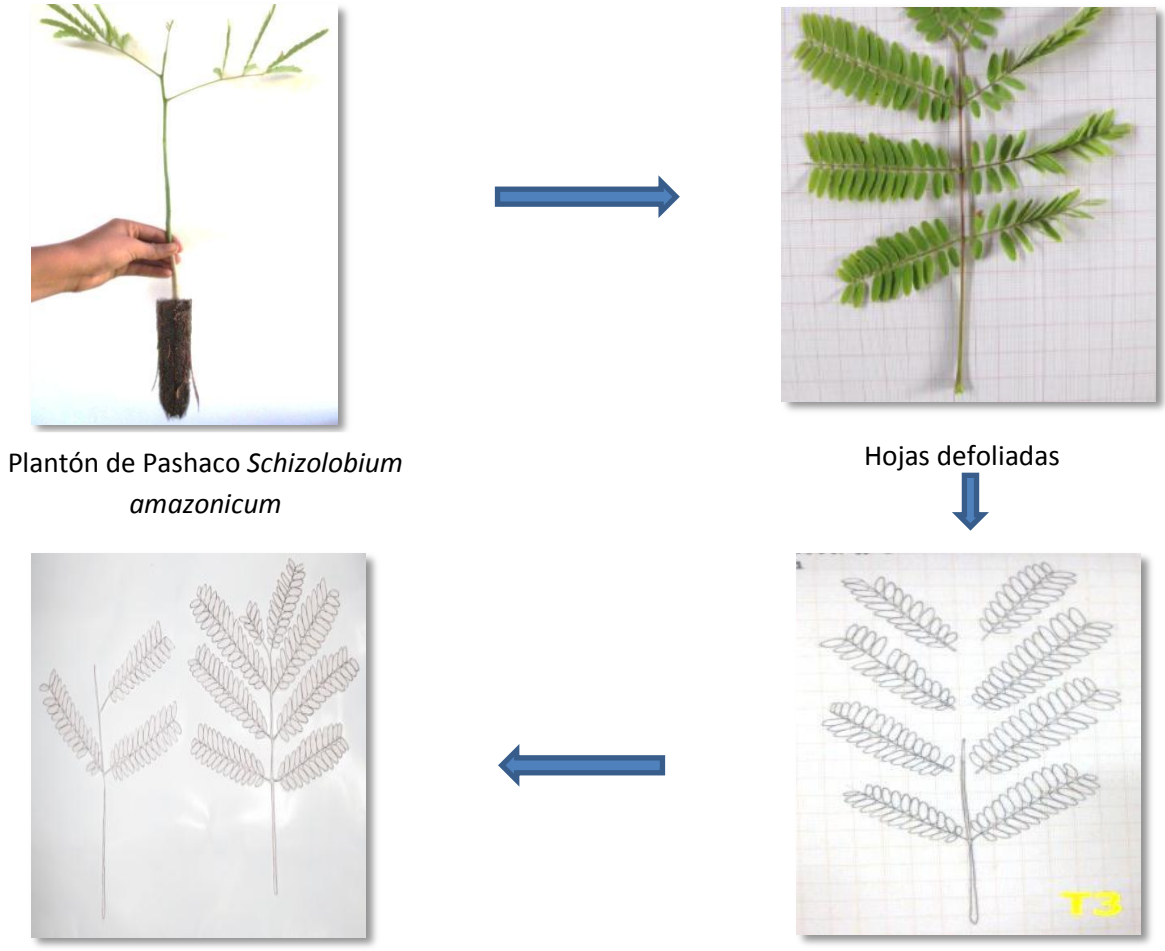


Figura 14. Determinación del área foliar de *Schizolobium amazonicum*

3.2.13. Determinación de los índices de calidad

Con los datos de las variables anteriormente señaladas, se determinó los siguientes índices de calidad de la planta, cuyos datos promedios se pueden observar en el Anexo 8:

A. Índice de robustez (IR)

$$\mathrm{IR} = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro cuello de la raiz (mm)}}$$

B. Área foliar específica

$$\mathrm{AFE} = \frac{\text{Area foliar } (\mathrm{cm}^2)}{\text{Peso de follaje (g)}}$$

C. Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz R (BSA/BSR)

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

D. Índice de lignificación (IL)

$$\mathrm{IL} = \left[\frac{\text{Peso seco total de la planta (g)}}{\text{Peso humedo total (g)}}\right] 100$$

E. Índice de calidad de Dickson (ICD):

$$\mathrm{ICD} = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diametro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aerea (g)}}{\text{Peso seco raíz (g)}}}$$

3.3. Diseño de la investigación

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) (Figura 15), con sub – muestras, cuatro tratamientos (3 sustratos propuestos más un testigo) y con ocho repeticiones cada uno, lo que generó 32 unidades experimentales (tratamientos por repeticiones). Se empleó la prueba de promedios de Tukey con α = 0.05 de confiabilidad para determinar las diferencias de promedios en los tratamientos.

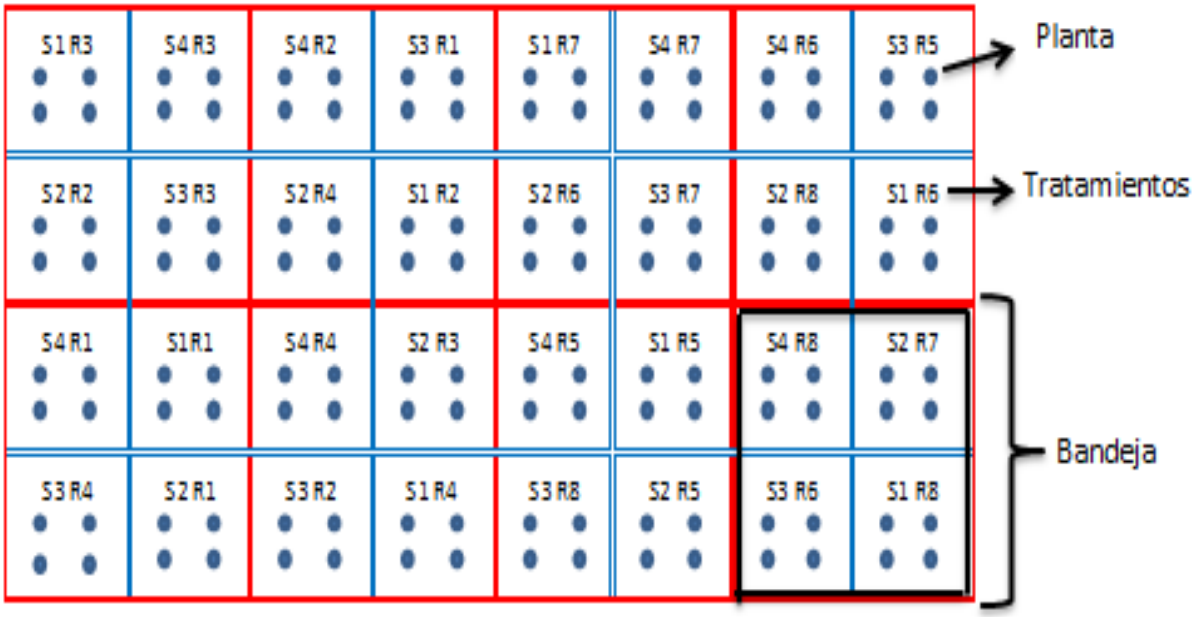


Figura 15. Distribución de los tratamientos y repeticiones

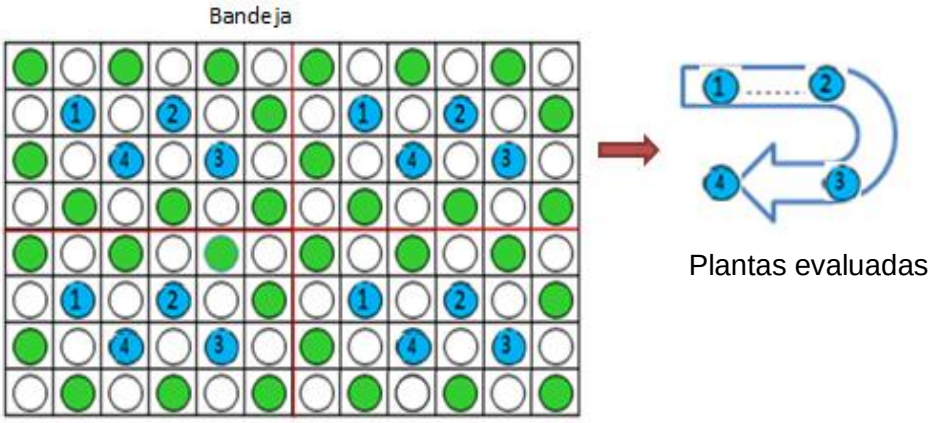


Figura 16. Distribución de los plantones evaluados dentro de la bandeja

Cuadro 5.Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Repetición	Descripción del sustrato y repetición
S1	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8	2 Tierra aluvial + 1 Arena de rio + 0.5 Gallinaza
S2	R1, R2, R3, R4,R5, R6, R7, R8	1 Tierra aluvial + 1 Arena de rio + 2 Gallinaza + 3 Cascarilla de arroz semi-carbonizada + Basacote
S3	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8	3 Materia orgánica + 1 arena de rio + 2 compost cervecero + 1 Cascarilla de arroz semi-carbonizada + Basacote
S4	R1, R2, R3, R4,R5, R6, R7, R8	1 Compost cervecero + 2 Cascarilla de arroz semi-carbonizada + 3 Fibra de coco + Basacote

El modelo matemático utilizado para el diseño fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

i = 1,2,3,……., t

j = 1,2,3,……, n

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

μ = Media general

T_i = Efecto del i – esimo tratamiento

E_{ij} = Error aleatorio

Cuadro 6. Análisis estadístico

F .V.	G. L.
Tratamiento	3
Repetición	7
Error	21
Total	31

3.4. Población y muestra

La población fue de 384 plantones repicados en 8 bandejas de 48 plantas en cada uno; la muestra correspondió a 128 unidades experimentales distribuidos en los 4 tratamientos y 8 repeticiones con 32 plantas por tratamiento. Se evaluó cuatro plantas por cada repetición, tomando las del centro para evitar el efecto de borde.

3.5. Descripción de técnicas e instrumentos de recolección de datos

La recolección de los datos, se realizó en formatos de evaluación previamente elaborados, para cada una de las etapas correspondientes, empleando la técnica de observación, medición, registro, y análisis. Para analizar los resultados a nivel estadístico del efecto de los tratamientos aplicados, se usó el programa estadístico SISVAR.

El análisis de los efectos de los tratamientos, se realizó mediante los análisis de varianza correspondiente (ANVA) y para determinar el o los mejores tratamientos y sus efectos en la determinación del crecimiento e índices de calidad de los plantones de ***Schizolobium amazonicum,*** se utilizó la prueba del rango múltiple de Tukey a una probabilidad de 0.95 % pertinentes en cada caso.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Altura de plantones de *Schizolobium amazonicum*

Previo a la evaluación de altura de los plantones de ***Schizolobium amazonicum*** (Pashaco) se registró el proceso de germinación (Anexo 1, 2, 3, 4), ya que según GOREU, (2002) afirma que inicia a partir de los 6 días, los mismos que fueron corroborados obteniendo un 81 % de germinación (Figura 17).



Figura 17. Proceso de germinación de *Schizolobium amazonicum*

A los promedios de la altura de plántulas evaluadas durante el periodo de 120 días y repicados en tubetes de 115 cm^3, se aplicó el análisis de varianza (ANVA), cuyos resultados se pueden observar en el anexo 9, donde se muestra que los tratamientos (tipos de sustratos) no presentan significancia hasta los 45 días, mientras que a partir de los 60 días la influencia es altamente significativa ($p \leq 0.01$), donde el sustrato influye de manera positiva en el crecimiento en altura.

García (2006), menciona que la altura y el diámetro son importantes para determinar la calidad morfológica de la planta. Por su parte Mexal y Landis (1990) citado por Sáenz *et al*. (2010), afirma que la altura es un parámetro que se ha utilizado por mucho tiempo como un indicador de la calidad, aunque se considera insuficiente y es conveniente relacionarlo con otros criterios para que refleje su utilidad real.

Cuadro 7. Prueba del rango múltiple de Tukey (p≤0.05) en altura (cm) de *Schizolobium amazonicum* durante el periodo de viverización

Tratamientos	Días evaluados								
	0	15	30	45	60	75	90	105	120
	Altura de plantones (cm)								
S 1	9.39 a	10.54a	12.10a	12.93a	13.81b	14.94b	15.90b	16.74b	17.34b
S 2	8.46 a	9.98 a	12.81a	13.83a	17.25a	19.36a	21.52a	22.81a	23.48a
S 3	8.79 a	9.90 a	12.40a	13.73a	17.16a	19.42a	21.89a	23.48a	24.86a
S 4	8.13 a	9.88 a	13.22a	14.40a	16.93a	20.39a	22.61a	24.22a	23.66a

Letras iguales en la misma columna no son significativas a Tukey P=0.05

Comprobada la influencia altamente significativa (p≤0.01) entre tratamientos durante el crecimiento de plantones de ***Schizolobium amazonicum***; se aplicó la prueba de Tukey, en donde se determinó las diferencias significativas entre sustratos durante el periodo de viverización (Cuadro 7), donde se puede observar que hasta los 45 días no existe diferencia significativas, mientras que a partir de los 60 días se observan diferencias, siendo los tratamientos S2, S3 y S4 superiores a S1, esta misma tendencia sigue hasta los 120 días.

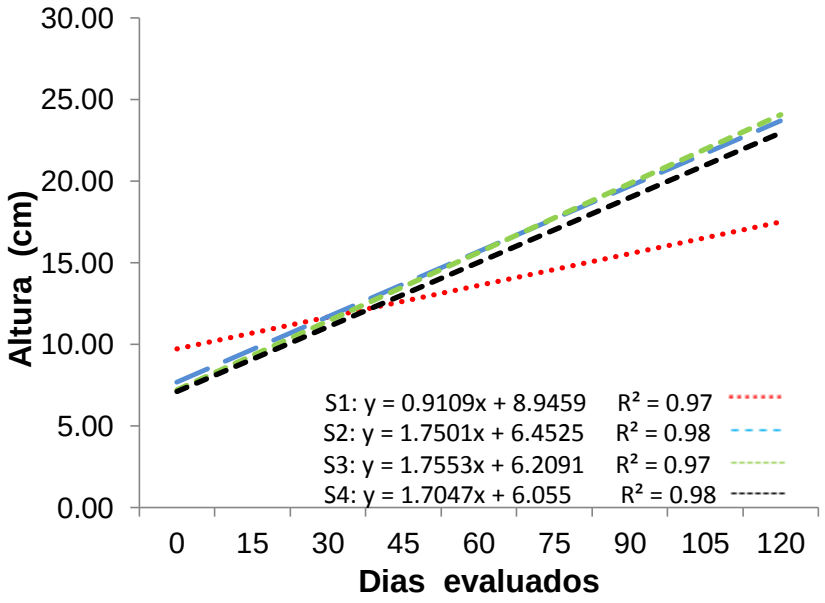


Figura 18. Crecimiento en altura de plantones de *Schizolobium amazonicum*

En la Figura 18, se puede observar el crecimiento en altura de los plantones de ***Schizolobium amazonicum***, los que estuvieron repicados en tubetes de 115 cm^3 y evaluados durante 120 días en el periodo de viverización (Anexo 10), donde el tratamiento S1 (Testigo) inicia con 9.39 cm de altura, mientras que los demás tratamientos (S2, S3 y S4) las alturas son 8.46, 8.79, y 8.13 cm respectivamente; sin embargo a partir de los 60 días, se observa que los demás tratamientos S2, S3 y S4, superan en crecimiento al tratamiento S1, siendo el tratamiento S3 ligeramente mayor con 24.86 cm de altura a los 120 días, dicho tratamiento (3 Materia orgánica + 1 arena de rio + 2 compost cervecero + 1 Cascarilla de arroz semi-carbonizada + Basacote) contenía en mayor proporción materia orgánica, atribuyéndose que el crecimiento estuvo influenciado por la materia orgánica y al compost cervecero. Esto concuerda con (Ortega *et al*., 2010), quien demostró que con sustrato de composta + aserrín fue, mayor el crecimiento en altura en plantas de ***Gliricidia sepium***. Así mismo Martinez *et al.* (2003), determino que existe interacción del sustrato con el fertilizante, indicando que el sustrato (50 % suelo de bosque: 50 % hoja de encino) presenta un mayor contenido de materia orgánica, contribuyendo de esta manera a mejorar el crecimiento de las plantas de ***Pinus durangensis*.**

Por su parte Prieto *et al*. (2010) realizó estudios con sustratos orgánicos empleando envase de poliestireno de 170 cm3 (77 cavidades), donde obtuvo resultados de altura de las siguientes especies forestales latifoliadas: ***Tabebuia donnell* smithii** con un rango de 22.5 cm, sin embargo, este resultado es más bajo que lo recomendado por Santiago *et al.* (2007); quienes mencionan que el rango de altura de plantas de esta especie debe ser de 25 a 30 cm, mientras que las plantas de ***Caesalpinea platyloba*** y ***Swietenia humilis*** mostraron menor crecimiento con 16.3 cm y 18.9 cm, esto puede ser debido a la conformación de los tallos.

Los resultados obtenidos con relación a las variables evaluadas de crecimiento consideran que, en general estos fueron aceptables de acuerdo a lo recomendado por Sáenz *et al*. (2010), señalando que la altura final de las plantas para especies

latifoliadas, deben estar en el rango de 20 a 35 cm para establecerse en terreno definitivo.

4.2. Diámetro de plantones de *Schizolobium amazonicum*

El análisis de varianza (ANVA), del crecimiento en diámetro de plantones de ***Schizolobium amazonicum*** evaluados durante el periodo de 120 días (Anexo 11) y repicados en tubetes de 115 cm^3, mostrando que los tratamientos influyeron de manera altamente significativa ($p \leq 0.01$) en la primera evaluación, sin embargo durante los periodos de 15, 30 y 45 días, no presentaron significancia, mientras que a partir de los 60 días se observa alta significancia ($p \leq 0.01$), en el incremento de diámetro.

Cuadro 8. Prueba del rango múltiple de Tukey del crecimiento en diámetro de *Schizolobium amazonicum* (Pashaco) en función a los tipos de tratamientos

Tratamientos	Días evaluados								
	0	15	30	45	60	75	90	105	120
	Diámetro de plantones (mm)								
S 1	3.64 a	2.30 b	3.07 a	3.50 a	3.73 a	3.89 c	4.00 c	4.09 c	4.18 c
S 2	3.06 a	2.36 b	3.18 a	3.58 a	4.09 a	4.59ab	4.96 a	4.43 c	5.29 b
S 3	3.63 a	2.58 a	3.07 a	3.48 a	4.02 a	4.41 b	4.90 b	5.08 b	5.92 a
S 4	2.97 a	2.58 a	3.23 a	3.74 a	4.11 a	4.90 a	5.46 a	5.66 a	5.41 ab

Letras iguales en la misma columna no son significativas a Tukey P=0.05

Comprobada la influencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) entre tratamientos durante el crecimiento diamétrico de plantones de ***Schizolobium amazonicum*** (Anexo 12); se aplicó seguidamente la prueba de Tukey, en donde se observa a cada uno de los tratamientos a lo largo del periodo de viverización, (Cuadro 8), a los 0 días el crecimiento en diámetro entre los tratamientos S1 y S3 son semejantes y mayores que S2 y S4, mientras que a los 15 días S1, S2 son diferentes a S3 y S4, a partir de los 30, 45 y 60 días todas las plántulas de los tratamientos no presentaron diferencias significativa, finalmente durante los demás días de evaluación la

significancia es variada concluyendo a los 120 días el tratamiento S1 (4.18 mm) es inferior a los demás S2, S3 y S4 sin embargo, el tratamiento S3 (5.92 mm) es superior a todos.

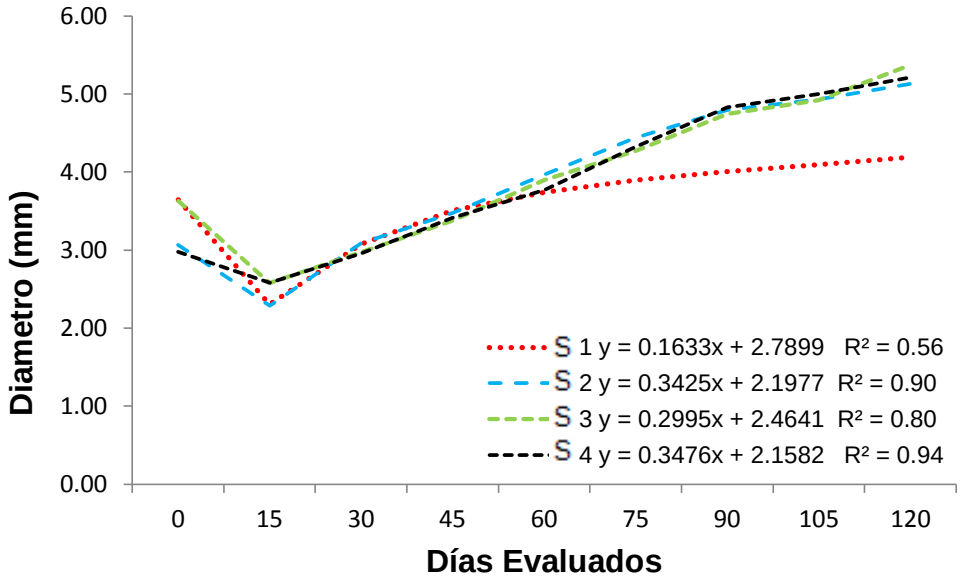


Figura 19. Crecimiento del diámetro de plantones *Schizolobium amazonicum*

En la figura 19, se presenta los resultados promedios de diámetro de S. *amazonicum*, después de 3 días de haber sido repicados en tubetes de 115 cm^3, hasta la etapa final (120 días). En el periodo de 12 a 18 días caen los cotiledones y se observa ligera disminución en el diámetro del plantón, probablemente ocurre por la lignificación en el punto de medición que al principio es muy suculento, para posteriormente seguir con el incremento del diámetro hasta los 120 días.

Por otro lado, Prieto *et al*. (2010) cultivó plántulas en contenedores de 170 cm^3 (77 cavidades), empleando sustratos orgánicos, donde obtuvo resultados de diámetro con las especies de ***Swietenia humilis*** y ***Tabebuia donnell*** **smithii** con 5.1 y 4.4 mm respectivamente, estos resultados son menores a lo alcanzado por ***Schizolobium amazonicum*** y mucho más aun por el tratamiento S3 que alcanzó 5.92 mm, esto puede atribuirse debido a los componentes en mayor proporción de materia orgánica y compost cervecero.

Así mismo, Sáenz *et al*. (2010) indica que la característica óptima de una planta ideal para reforestación debe tener diámetro de cuello de 3 a 4 mm. De la misma manera Schinelli, (2002) afirma, que el diámetro de cuello es el parámetro que generalmente se relaciona con la cantidad de reservas con que cuenta la planta, para iniciar su crecimiento luego de ser plantada, por lo cual; cuanto mayor sea éste, también lo será el crecimiento inicial en plantación.

4.1. Índices de calidad

En el Anexo 13 se puede observar los resultados del análisis de varianza (ANVA), de cada uno de los índices: 1) Relación biomasa seca aérea/biomasa seca radicular, 2) Índice de lignificación, 3) índice de robustez, 4) índice de área foliar específica, 5) índice de calidad de Dickson, de ***Schizolobium amazonicum*** (pashaco) realizado a los 120 días de haber sido repicados en tubetes de 115 cm^3, donde se determinó diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) para el índice de relación biomasa seca aérea/biomasa seca radicular y el índice de calidad de Dickson, mientras que fue significativo ($p \leq 0.05$) para AFE y los demás índices no presentaron diferencias significativas.

Los parámetros evaluados ayudaran a determinar plantones de calidad, los mismos que permitirán obtener una idea clara del morfotipo ideal que deberían producirse, ya que según Mas (2003), muchas veces el éxito de las plantaciones depende principalmente de la calidad de la planta que se producen en los viveros. Mientras que Leyva *et al*. (2008), afirma que para lograr plantas de calidad se deben desarrollar técnicas culturales que inicia desde el vivero, el tipo de sustrato, el tipo de contenedor y la calidad de las semillas. Siendo el sustrato un factor importante en la obtención de plantas de calidad se determinara cuál de los cuatro tratamientos permiten obtener plantones de calidad en base a los cinco índices evaluados.

4.1.1. Relación biomasa seca aérea/biomasa seca radicular

En el cuadro 9, se confirma la diferencia altamente significativa (p≤0.01) en los diferentes tipos de tratamientos, donde el tratamiento S4 tuvo la máxima influencia en dicho índice (2.90), sin embargo, según Thompson, (1985); Sáenz *et al.* (2010) estos valores no deben ser mayores a 2.5, debido a que estarían indicando desproporción entre la parte aérea y un sistema radicular insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta.

Esta desproporción se debe a que en el tratamiento S4 se observó mayor crecimiento de raíces terciarias y manteniéndose activas (Anexo 14), debido al 57.76 % de humedad que se forma por la fibra de coco y compost cervecero, favoreciendo así al crecimiento radicular.

Así mismo los tratamientos S1 (1.89); S2 (2.25) y S3 (2.33), cuyos resultados demuestran que están dentro de los valores óptimos, ya que según Thompson, (1985); Sáenz *et al*. (2010) estos resultados no deben ser mayores a 2.5 debido a que una buena relación entre la parte aérea y el sistema radicular debe fluctuar entre 1.5 a 2.5 (Figura 20).

Cuadro 9. Prueba de comparación de medias de los sustratos con respecto a relación BSA/BSR, de plantones de *Schizolobium amazonicum* (Tukey α= 0.05)

Tratamientos	Relación BSA/BSR	
	Medias	Significancia
S1	1.89	b
S2	2.25	ab
S3	2.33	ab
S4	2.90	a

Letras distintas indican diferencias significativas (p≤0.05)
BSA/BSR: biomasa seca aérea/biomasa seca radicular

Así mismo Olivo *et al*. (2006) obtuvo resultados de 1.80 – 1.74 respectivamente en especie de ***Pinus ponderosa*** propagados en tubetes de 120 cm^3 empleando sustratos con fibra de coco + vermiculita, demostrando que el empleo de sustratos orgánicos ayudan a obtener plantas con buena relación entre biomasa aérea y biomasa radicular. Del mismo modo Birchler *et al*. (1998); Domínguez y Navar (2000), afirman de la importancia del equilibrio que debe existir en este índice, es decir entre la parte traspirante y absorbente de la humedad.

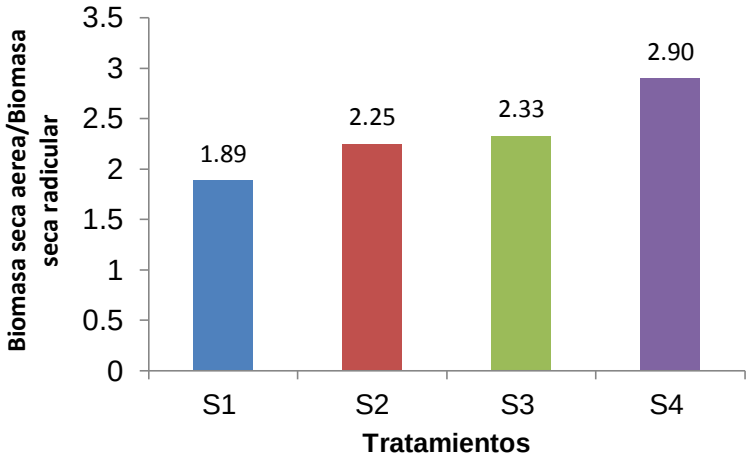


Figura 20. Relación biomasa seca aérea y biomasa seca radicular de plantones de *Schizolobium amazonicum* según tratamiento.

En el tratamiento S1 (1.89) se puede observar la menor relación por ser un sustrato más pesado con menos capacidad para desarrollo radicular, sin embargo fluctúa entre una buena relación.

4.1.2. Índice de lignificación

En el cuadro 10, se observa que el sustrato S1 presentó mayor lignificación (45.86 %), seguido de S2 con (41.32 %) frente a los otros dos sustratos S3 (39.87 %) y S4 (39.61 %). El sustrato S1 presenta características granulométricas desfavorables para una buena filtración del agua, por ende la lignificación es elevada en los platones de Pashaco, mientras que los demás sustratos la capacidad de filtración es mayor haciéndolo sustrato mucho más livianos presentando menor lignificación.

Cuadro 10. Prueba de comparación de medias de los sustratos con respecto al índice de lignificación, de plantones de Pashaco (Tukey α= 0.05)

Tratamientos	Índice de Lignificación (%)	
	Medias	Significancia
S1	45.86	a
S2	41.32	a
S3	39.87	a
S4	39.61	a

Letras distintas indican diferencias significativas (p≤0.05)

La lignificación de las plantas está estrechamente relacionado con el contenido de humedad del sustrato, donde el tratamiento S1 presenta un contenido de humedad de 14.14 %, esto se debe a que el sustrato es más compacto y no permite una percolación y retención adecuada del agua. El tratamiento S2 presenta un índice de lignificación de 41.32 % descendiendo hasta llegar al tratamiento S4 con 39.61 %, por ser un sustrato más liviano y menos compacto con fácil retención y percolación del agua, con una humedad de 57.76 % donde se confirma que a mayor lignificación de las plantas el contenido de humedad es menor (Figura 21), lo que concuerda con Birchler *et al.* (1998) que menciona que durante la fase de vivero se deben incluir actividades que promuevan la lignificación, tales como la reducción del riego y la fertilización, con el fin de mejorar su resistencia una vez en el campo. Se pudo corroborar lo mencionado por el autor debido a que a medida que se iba acercando el establecimiento de la planta a campo, se aplicaron las mismas técnicas de reducción de riego en la cual se va incrementando la lignificación y adaptando a la planta para su establecimiento en campo.

También Birchler *et al*. (1998) menciona que en el vivero la manipulación del estado hídrico de la planta son factores que influyen en la absorción del agua, la distribución y longitud de raíces, superficie y permeabilidad del sustrato, ya que si no se realiza este proceso las plantas recién puestas en campo serán susceptibles al estrés hídrico. Estudios realizados por Prieto *et al*. (2003) en ***Pinus engelmanni*** registraron

mayor incremento en el índice de lignificación en los sustratos que se aplicó estrés hídrico.

Por otra parte Prieto *et al*. (2010) experimentó con sustratos orgánicos empleando envase de poliestireno de 170 cm3 (77 cavidades), determinando el índice de lignificación para las siguientes especies forestales latifoliadas: para ***Tabebuia donnell***, el grado de lignificación fue de 24.16%, en tanto las especies de ***Swietenia humilis*** y ***Caesalpinea platyloba*** tuvieron un grado de lignificación con 37.87 % y 37.13 % respectivamente lo que puede favorecer su adaptación en el sitio de plantación por su alto endurecimiento. Respecto al índice de lignificación para ***Lysiloma acapulcensis*** y ***Leucaena leucocephala***, fue de 30.80 % y 24.18 %, respectivamente, los cuales son altos, sin embargo, para este tipo de especies resulta común una rápida lignificación. Esto pudo ser verificado con la coloración del tallo, tal como menciona Santiago *et al*. (2007). Por otro lado el índice de lignificación para ***Gliricidia sepium*** fue de 22.08 %, lo que muestra que no sufre de estrés hídrico, lo que significa que estuvieron sometidas a un estrés hídrico bajo, ya que a mayor lignificación la planta es más resistente a daños físicos. Sin embargo cabe resaltar que para el ***Cedrela odorata*** (cedro rojo) el índice de lignificación fue de 21.77 % señalando un comportamiento bajo en lignificación.

Finalmente, el índice de lignificación para la especie ***Schizolobium Amazonicum*** alcanzó altos índices, probablemente se debió al buen manejo del riego en la etapa final de vivero, atribuyendo también que en esta especie existe una clara tendencia de lignificación temprana, la cual está bien diferenciada en la etapa que comienzan a caer los cotiledones (Anexo 15) de la plántula, sin embargo cabe recalcar que un bajo índice de lignificación está estrechamente relacionada con la (Hd=humedad) humedad del sustrato, por lo tanto plantas con altos índices de lignificación poseen mayor adaptación en terreno definitivo.

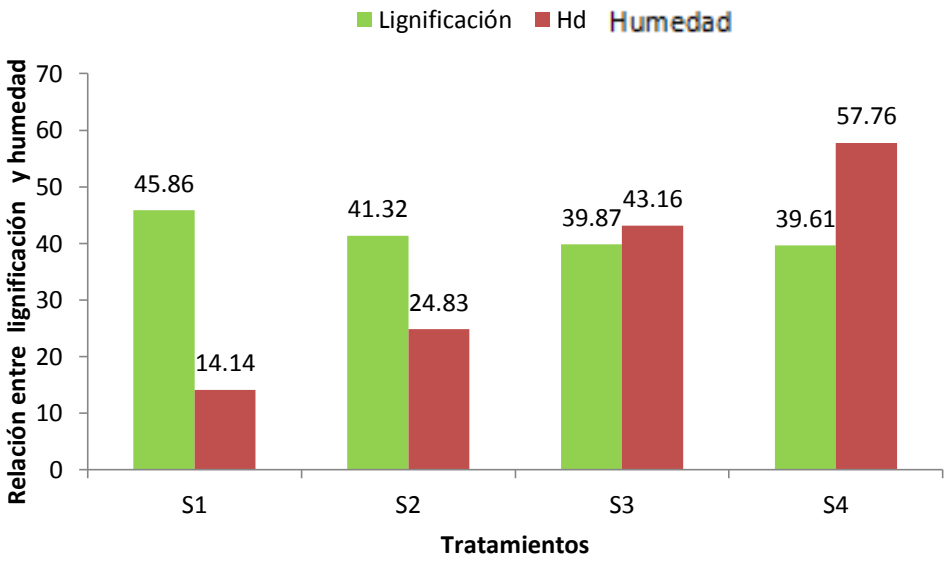


Figura 21. Índice de lignificación en *Schizolobium amazonicum*, relacionado con el contenido de humedad según tratamientos

4.1.3. Índice de robustez

La prueba del rango múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) no determino diferencias significativas entre los tratamientos de los sustratos probados para la determinación del índice de robustez. Así que todos los tratamientos, alcanzaron valores similares por debajo de 6, siendo los tratamiento S3 y S2, con 4.52 y 4.48 los más altos, seguido del tratamiento S1 y S4 con 4.17 y 4.16 (Cuadro 11 y Figura 22), indicando que dichas plantas poseen resistencia a la desecación por el viento, además de que se trata de arbolitos más bajos y gruesos, aptos para sitios con limitación de humedad (Rodríguez, 2008), por lo que estos valores de índice de robustez para ésta especie se encuentra dentro del rango aceptable.

Cuadro 11. Prueba de comparación de medias de los sustratos con respecto al índice de robustez, de plantones de *Schizolobium amazonicum* (Tukey α= 0.05)

Tratamientos	Índice de Robustez	
	Medias	Significancia
S1	4.17	a
S2	4.48	a
S3	4.52	a
S4	4.16	a

Letras distintas indican diferencias significativas (p≤0.05)

De la misma manera Olivo y Buduba (2006) realizó experimentos con sustratos orgánicos en contenedores de 120 cm^3 obteniendo resultados de uno en el índice de robustez con la especie de ***Pinus ponderosa*** de 4.58 indicando que es adecuado para plantas de dicha especie, debido a que según Rodríguez (2008), comprobó que valores superiores a seis los dispone a los daños por viento, sequía, e indican una desproporción entre el crecimiento en altura y el diámetro pudiendo ser tallos elongados con diámetros delgados.

Por su parte Prieto *et al*. (2010), realizó estudios con envases de poliestireno de 170 cm^3 (77 cavidades), empleando sustrato orgánico con las siguientes especies forestales: en ***Swietenia humilis*** donde obtuvo un índice de 3.7 el cual resulta ser bajo, en comparación con la especie evaluada, mientras que para la especie ***Tabebuia donnell*** obtuvo valor de 5.1, el cual según el autor se encuentra dentro del rango aceptable.

Con respecto a las especie ***Lysiloma acapulensis*** y ***Leucaena leucocephala*** el índice de robustez obtenido son de 10.8 y 8.2 respectivamente, mientras que para ***Tabebuia rosea*** fue de 2.99 y de 6.77 para ***Cedrela odorata***. De acuerdo a los estudios realizados por Santiago *et al*. (2007); la relación altura diámetro debe encontrarse de 5 a 6 para ***Tabebuia rosea*** y de 5.5 a 6.0 para ***Cedrela odorata***, porque valores superiores a 6 indican desproporción, por lo que recomienda que mientras menor valor se obtenga en la relación altura/diámetro para especies tropicales abra un mayor vigor en la planta.

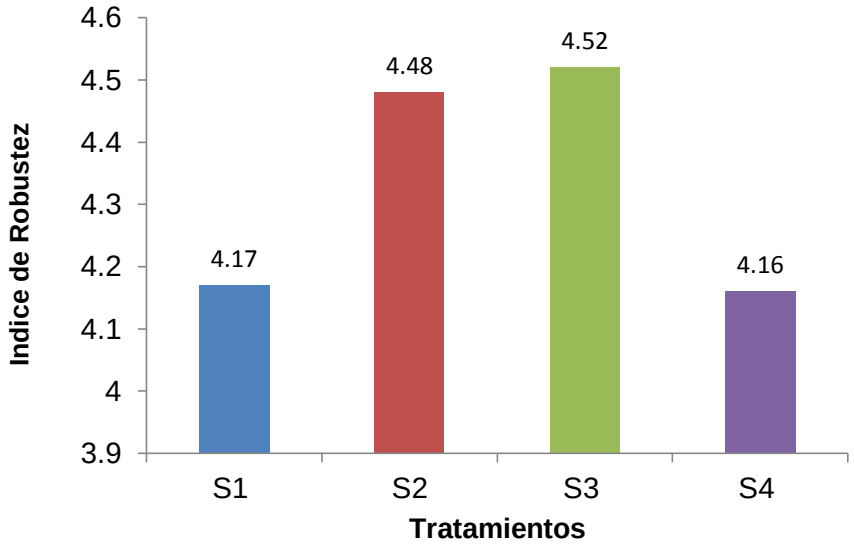


Figura 22. Índice de robustez en función al tipo de tratamiento, a los 120 días de haber sido repicados en tubetes de 115 cm^3.

Estos resultados son favorables en todos los tratamientos debido a que confirman lo mencionado por Rodríguez (2008) quien afirma que índices menores que seis se trata de plantones más bajos y gruesos, observándose que los plantones obtenidos no fueron muy altos (Anexo 16, 17), consecuentemente Prieto *et al*. (2003) y Prieto *et al*. (2009) lo asocia a una mejor calidad de planta e indica que es más robusta y con tallo vigoroso. Sin embargo, para la especie ***Schizolobium amazonicum*** aún no existen rangos de robustez establecidos por lo que estos índices menores a seis son un buen indicador del vigor de las plantas, donde el S3 presenta mayor índice de robustez, esto se debe a las características propias del sustrato el cual favoreció de manera positiva a las plántulas.

4.1.4. índice de área foliar especifica

Para la variable Índice de área foliar específica (AFE) la prueba del rango múltiple de Tukey ($p \leq 0.05$) para los promedios de estos índices confirmó las diferencias significativas los resultados mostraron que el mejor sustrato fue el tratamiento S3 con 55.41 cm^2/g, es decir el área foliar fue mayor favoreciendo a un mejor desarrollo de la planta (Cuadro 12).

Cuadro 12. Prueba de comparación de medias de los sustratos con respecto al índice de área foliar especifica de plantones de Pashaco (Tukey α= 0.05)

Tratamientos	Área Foliar Especifica (AFE)	
	Medias (cm^2/g)	Significancia
S1	36.62	b
S2	42.22	ab
S3	55.41	a
S4	25.57	c

Letras distintas indican diferencias significativas (p≤0.05)

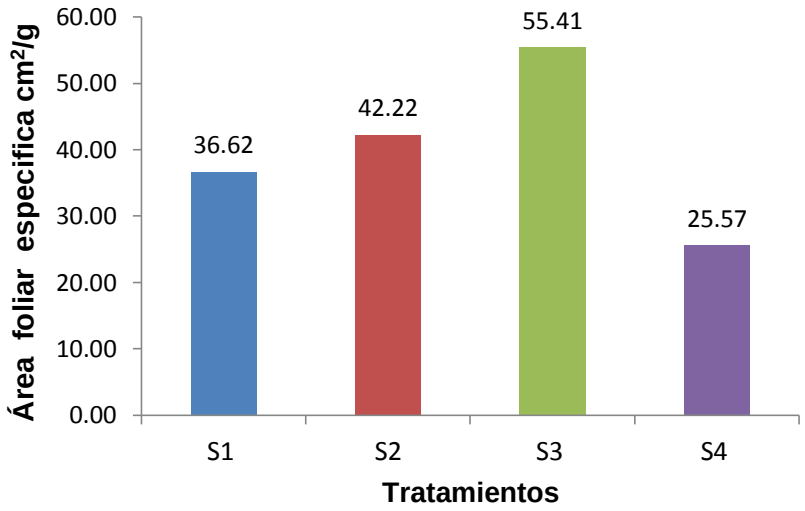


Figura 23. Índice de área foliar especifica en función al tipo de tratamiento, después de 120 días de haber sido repicados en tubetes de 115 cm^3.

En la figura 23 se observa que el tratamiento S2 y tratamiento S1 tienen comportamiento similar, superando ampliamente al tratamiento S4. Estudios realizados por Hidalgo *et al*. (2009), demuestran que los sustratos 5 % compost + 95 % materia orgánica proporcionaron mayor área foliar, afirmando que el área foliar se vio positivamente influenciada por la adición de compost en la mezcla. Estos resultados son importantes debido a que el área foliar total de las plantas influye en la capacidad de las hojas para interceptar la radiación fotosintéticamente activa, la

cual es utilizada como fuente de energía para la elaboración de compuestos alimenticios y formación de tejidos. En tal sentido se obtiene plantas con mayor área foliar con el tratamiento S3, siendo indispensable el compost cervecero para la obtención de plantones de calidad.

4.1.5. índice de calidad de Dickson

En el cuadro 13, se aprecia claramente que el tratamiento S3 obtuvo el mejor Índice de calidad de Dickson (ICD) con 0.61, seguido del tratamiento S4 con 0.60, mientras que los tratamientos S2 y S1 obtuvieron 0.48 y 0.26, sin embargo la prueba de Tukey determinó que el único sustrato diferente fue el tratamiento S1 (Figura 24).

Cuadro 13. Prueba de comparación de medias con respecto al índice de calidad de Dickson en plantones de *Schizolobium amazonicum* (Tukey α= 0.05)

Tratamientos	Índice de calidad de Dickson	
	Medias	Significancia
S1	0.26	b
S2	0.48	a
S3	0.61	a
S4	0.60	a

Letras distintas indican diferencias significativas (p≤0.05)

En este sentido García (2007) menciona, que cuanto mayor es el índice de Dickson mejor es la calidad de la planta, donde el valor de 0,20 representa el valor mínimo. Del mismo modo Abanto (2014), registró resultados satisfactorios obtenidos en plantones de camu-camu ***Myrciaria dubia*** con dosis de polvo de basalto, reportando un ICD de 27,66 indicando que la calidad de plantas aumento con dosis creciente de K. Cabe mencionar que se obtuvieron índices mayores que 1 debido a que eran plantas grandes instaladas en campo. Por su parte, Olivo, *et al*. (2006) obtuvo ICD de 0.78 en plantas de ***Pinus ponderosa*** propagados en contenedores de 120 cm^3 empleando sustrato orgánico de fibra de coco. Así mismo, Díaz *et al*. (2004) obtuvo resultados de 0.25 en la especie de ***Pinus canariensis*** empleando sustratos (2/3

tierra+1/3 orgánico), mientras que en sustratos fertilizados con Osmocote (4 g/l) se registró 0.81, aumentando el ICD en el sustrato fertilizado, de la misma manera se pudo comprobar que en los sustratos fertilizados el ICD fue mayor corroborando lo mencionado.

Así mismo el IIAP (2007) realizó ensayos con diferentes sustratos orgánicos, siendo el sustrato: (1 tierra agrícola + 1 gallinaza madura + 1 cascarilla de arroz semi carbonizada) con el que se obtuvo un ICD de 0.42 para la especie de ***Amburana cearensis*** (Ishpingo), este resultado fue obtenido mediante propagación vegetativa y cuyas plántulas fueron repicados en bolsas de polietileno (4 x 7”), mientras que para los plantones de ***Swietenia macrophylla*** (Caoba) y ***Cedrela odorata*** (cedro) de origen vegetativo, fue un 40 % superior, luego de 100 días de viverización.

Sáenz *et al*. (2010) afirma que mayormente se han realizado investigaciones de índice de calidad de Dickson de especies forestales en clima templado con especies de coníferas, como ***Pinus halepensis***, obteniendo valores de ICD (Índice de calidad de Dickson) entre 0.3 y 0.5 de acuerdo a la aplicación de diferentes tratamientos de fertilización, estos valores, son relativamente bajos en comparación con los índices alcanzados en pashaco, sin embargo es necesario saber que son dos realidades diferentes, pero que los resultados obtenidos para la especie en estudio, indican que son plantas de buena calidad. Se obtuvieron plantas de buena calidad que aseguran el éxito de la plantación.

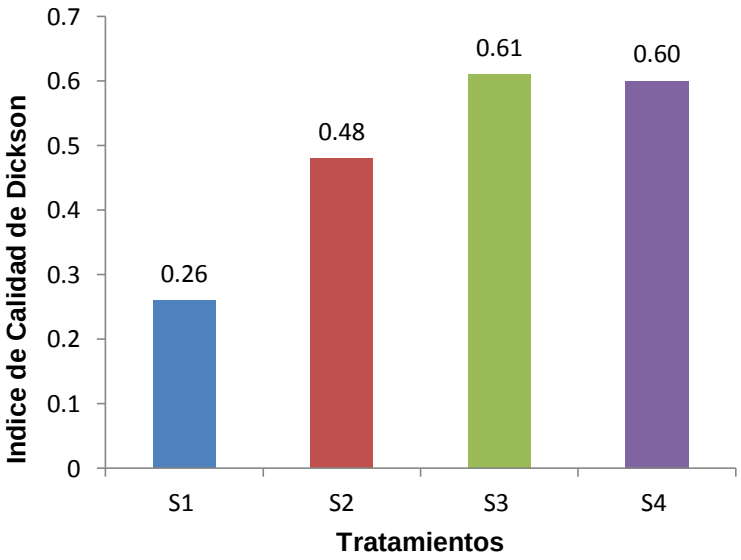


Figura 24. Índice de calidad de Dickson en función al tipo de sustrato

CONCLUSIONES

- Los sustratos utilizados en el crecimiento de los plantones de ***Schizolobium amazonicum*** (pashaco) influyeron de forma significativa durante el periodo de 120 días de viverización, siendo los tratamiento S2, S3 y S4 con los que se obtuvo mejores crecimientos: 23.48, 24.86 y 23.66 cm y diámetro de 5.29, 5.92 y 5.41 mm, en comparación al testigo que alcanzó 16.82 cm y 4.18 mm respectivamente.

- Los mejores resultados obtenidos en los índices de calidad fueron en los tratamientos S2, S3, S4 donde en la relación BSA/BSR, el índice de lignificación, robustez e ICD fueron semejantes, finalmente el AFE solo fue superior en el S3 con 55.41 cm^2 frente a los demás tratamientos.

SUGERENCIAS

- En base a los resultados de evaluación de los tratamientos se recomienda emplear cualquiera de los tres sustratos (S2, S3 y S4), debido a que se obtuvo plantas con mejores crecimientos, sin embargo desde el punto de vista económico y por lo factible de conseguir todos los componentes en la región, se recomienda el S2 (1 Tierra aluvial + 1 Arena de rio + 2 Gallinaza + 3 Cascarilla de arroz semi-carbonizada + 4 g/l Basacote)

- El sustrato juega un rol importante en el crecimiento de los plantones de Pashaco ***Schizolobium amazonicum*** (Pashaco), por lo cual se recomienda probar nuevos sustratos, orgánicos, disponibles y económicos, para la producción de plantones de calidad en tubetes.

- Realizar estudios de índices de calidad en especies forestales tropicales ***Guazuma crinita, Calycophyllum spruceanum, Dipteryx micrantha*** **Harms** debido a que poseen gran potencial forestal en la región, además de existir un gran déficit de referencias bibliográficas.

- De acuerdo a los resultados identificados sobre plantones de calidad, estos deberían ser instalados en campo y proseguir con otra etapa de investigación, pero ya en plantaciones establecidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abanto, C; Alves, E; Costa Silveira, T; Gra*Ças, A;* Cardoso, P; Carvalho, J; Mesquita, O. 2014. Crecimiento inicial de plantas de camu-camu sobfertirrigação compotássioem condições de terra firme. Folia amazónica. 23(1): 7-16.

Alvarado, K; Blanco, A; Taquechel, A. 2008. Fibra de coco. Una alternativa ecológica como sustrato agrícola. Revista Agricultura Orgánica 3: 30 – 31.

Arévalo, G; Castellanos, M; Cruz, E. 2008. Interpretación de los resultados de un análisis de suelo. 57 p.

Arteaga, M; Leon, S; Amador, C. 2003. Efecto de la mezcla de sustratos y fertilización sobre el crecimiento de *Pinus durangensis* Martínez en vivero. Revista Foresta Veracruzana 5: 9 – 15.

Badilla, Y; Murillo, O. 2005. Enraizamiento de Estacas de Especies Forestales. Revista forestal 2 (6): 6 p.

Baluarte, J. 1995. Diagnóstico del sector forestal en la región amazónica. Iquitos, Perú. S.e. 25 p.

Bernal, C. 2006. Metodología de la investigación para administración, economía, humanidades y ciencias sociales. 2 ed. Santa Fe de Bogotá. Editorial Pearson. 286 p.

Birchler, T; Royo, A; Pardos, M. 1998. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. Revista Forestal 7:109 – 121.

Camacho, A; Ariosa, L. 2000. Diccionario de términos ambientales. Instituto de literatura y Lingüística. Centro de información, Gestión y Educación Ambiental. Habana. 76 p.

Chipoco, G. 2012. Manual para elaboración de abonos organicos a partir de sub productos cerveceros. Reforesta Perú SAC. 12 p.

Del Amo, S; Vergara, M; Ramos, J; Sainz, C.2002. Germinación y manejo de especies forestales tropicales. (En línea). Consultado 25 ene. 2014. Disponible en http://www.uv.mx/personal/sdelamo/files/2012/11/Germinacion-y-manejo-de-especies.pdf

Díaz, V; Climent, J; Peters, J; Perez, E; Puértolas, J; Morales, D; Jiménez, M; Gil, L. 2004. Evaluación de la calidad de plántulas de *Pinus canariensis* cultivadas con diferentes métodos en la supervivencia y crecimiento en campo. 63-67 p.

Dickson, A; Hosner, J. 1960. Quality appraisal of White spruce and White pine seedling stock in nurseries. For. Chron. 36(1): 10-13 p.

Domínguez, L. 1997. La importancia del envase en la producción de plantas forestales. Quercus 134 p.

Duryea, M. 1985. La evaluación de la calidad de las plántulas: importancia de la reforestación. Oregon State University. 1 – 4 p.

Ernani, P. 2007. Técnica circular. Paricá ***Schizolobium amazonicum***. Brasil – embrapa. 8 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2002. Los fertilizantes y su uso. 4ta ed. Roma. 77 p.

García, M. 2006. Controla y mejora de la calidad del proceso productivo: Jornada de difusión y capacitación para viveristas forestales del Noreste de entre Rios. (En línea).Argentina. Consultado 15 oct. 2013. Disponible en http://www.inta.gov.ar/CONCORDIA/info/documentos/Forestacion/Jornada%20para%20viveristas%20forestales_EEA%20concordia%20julio%20de%202006.pdf

García, I.; Cobas, M.; García, R.; Mitchell, N. 2007. Calidad de las posturas de ***swietenia macrophylla king*** cultivadas en tubetes. 8 p.

García, S. 2002. Manual de repoblaciones forestales. 1. 2da ed. Fundación Conde del Valle de Salazar. ETSIM. Madrid, España. 794 p.

García, M. 2007. Importancia de la calidad del plantín forestal. In: XXII Jornadas forestales de entre ríos. Área Forestal de la EEA Concordia del INTA. Concordia. 10 p.

Gomes J. M.; Couto L; Leite H. G., Xavier A. Y Garcia S. L. R. 2002. Parâmetros morfológicos naavaliação da qualidade de Mudas de Eucalyptusgrandis. Rev. Árvore 26 (6):655-664.

González, K. V. 1995. Tipos de envases en viveros forestales. *In*: Viveros forestales. Publicación especial No. 3. Centro de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. INIFAP-SAGARPA. México, D. F. pp. 26-36.

González, M.; Donoso, C. y Escobar, B. 1996. Efecto de distintos regímenes de manejo radicular en el crecimiento de plantas de raulí *(Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl) Oerst. 1-0 a raíz desnuda. (En línea). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. Consultado 16 nov. 2014. Disponible en: http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-2001996000100005&lng=es&nrm=iso

GOREU (Gobierno Regional de Ucayali).2002. Ficha técnica de Pashaco. Pucallpa 2p.

Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, M. 2010. Metodología de la investigación. 5 ed. México. McGraw-Hill Interamericana Editores SA. 613 p.

IIAP, (Instituto De Investigación De La Amazonia Peruana). 2003. Propuesta de zonificación ecológica y económica de la cuenca del río Aguaytía. Pucallpa, Perú. 125 p.

IIAP, FINCyT, 2007. Desarrollo tecnológico apropiado para la propagación vegetativa de especies maderables valiosas en las regiones Loreto y Ucayali

(PROVEFOR): Tecnología de aclimatación y viverización de cinco especies maderables. Ucayali – Perú. 3 p.

INFOAGRO, 2002.Tipos de sustratos de cultivo. (En línea). Consultado 7 nov. 2013. Disponible en: http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm

INTA, (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) 2011. Importancia de la calidad del plantín forestal. (En línea). Concordia, Argentina. Consultado 15 nov. 2014. Disponible en http://www.elheraldo.com.ar/ver_suple.php?id=4277

Jiménez, F. 2004. Viveros forestales para producción de planta a pie de repoblación. España, Madrid. 36 p.

Leyva, R.; Rosell, P.; Ramírez, R. y Romero, R. 2008. Manejo de endurecimiento por riego para elevar la calidad de las plantas de *Eucalyptus* sp. cultivadas en vivero de la Unidad Silvícola Campechuela. Universidad de Granma. Central del Batey. Campechuela. Granma. Cuba. 14 p.

Luna, T.; Landis, T.; Kasten, R. 2010. Producción de plantas en viveros forestales. Contenedores: Aspectos técnicos, biológicos y económicos. 78 – 86 p.

Martínez, A; Amador, L. 2003. Efecto de la mezcla de sustratos y fertilización sobre el crecimiento de *Pinus durangensis* Martínez en vivero. Revista Foresta Veracruzana. 5(2):9-16.

Mas, P. J. 2003. Guía práctica para la producción de planta en un vivero. Boletín Técnico Número 5, Volumen 1. Comisión Forestal del Estado. Morelia, Michoacan, México. 37 p.

Meléndez, G; Soto, G. 2003. Taller de abonos orgánicos. (CATIE, CANIAN). Costa Rica. 154 p.

Mello, A. 2006. Análisis comparativo del área foliar específica de gramíneas dominantes en pastizales naturales bajo regímenes contrastantes de pastoreo. 21 p.

OFI-CATIE. 2003. Árboles de Centroamérica. (En línea). Consultado 25 mar. 2014. Disponible en http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/schizolobium_parahyba.pdf

Oliveira, J. 2010. Calidad de la planta forestal.(En línea). Consultado 7 nov. 2013. Disponible en http://www.unioviedo.es/pvegetal/archivospdf/Tema13viveros.pdf

Oirsa. 2002. Producción de sustratos para vivero. (En línea). China. Consultado 28 ene. 2014. Disponible enhttp://croprotection.webs.upv.es/documentos/Compostaje/Sustratos-para-Viveros.pdf

Orbando, J. Almacigo en tubetes. (En línea).Consultado 28 ene. 2002. Disponible enhttp://www.icafe.go.cr/icafe/cedo/documentos_textocompleto/revista_informativa/3418.pdf

Ortega, L; Sánchez, J; Ocampo, J; Sandoval, E; Salcido, B; Manzo, F. 2010. Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Revista de Sociedad, Cultural y Desarrollo sustentable. 6(3): 339-346.

Olivo, V; Buduba, C. 2006. Influencia de seis sustratos en el crecimiento de ***Pinus ponderosa*** producido en contenedores bajo condiciones de invernáculo. Revista SCIELO. 27(3): 267-271.

Pardos, M. & Montero, G. 1997. Ensayo de diferentes técnicas de cultivo de plantas de Alcornoque en vivero y su seguimiento en campo. S.E.C.F. No 4. Madrid. España. pp. 93-101.

Pinzon, O. 2004. Problemas fitosanitarios en plantaciones forestales en Colombia. Colombia. 11 p.

Prieto, J.; Castillo, G.; Merlin, E. 2003. Factores que influyen en la calidad de Brinzales y criterios para su evaluación en vivero. Folleto técnico Núm. 12 INIFAP-Centros de Investigaciones Regional del INiFAP. México. 24 p.

Prieto, J; Vera, G; Merlin, B., 1999. Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios parasu evaluación en vivero. Folleto técnico 12. INIFAP. SAGAR. Durango, Dgo., México. 23 pp.

Prieto, J; Cornejo, E; Dominguez, P; Navar, J; Marmolejo, J & Jimenez, J. 2004. Estrés hídrico en *Pinus engelmannii* Carr., producido en vivero. Mexico. 9 p.

Prieto, J.; García R.; Mejía B.; Huchín A. y Aguilar V. 2009. Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado frío. Publicación Especial Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana INIFAP-SAGARPA. Durango, Dgo. México.48 p.

Prieto, J.; Sigala, J.; Rueda, A.; Villaseñor, F.; Muñoz, J.; Orozco, G. 2010. Diagnóstico de calidad de planta en los viveros forestales del estado de colima. Folleto Técnico Núm. 1. México. 60 p.

Ramalo, P. 2007. Paricá *Schizolobium amazonicum*. (En línea). Consultado 24 mar. 2014. Disponible en: http://www.cnpf.embrapa.br/publica/circtec/edicoes/Circular142.pdf

Ramírez, E. 2006. “Caracterización geográfica, ecológica, socioeconómica y cultural de la cuenca media del río calleria a escala básica”. Tesis Ing. Agr. Pucallpa, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. 177 p.

Ramírez, P.2013. “Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales”. Ucayali – Perú. 66 p.

Reyes, P. 2014. Índice de calidad de plantas (entrevista). Pucallpa. Instituto Nacional de Innovación Agraria.

Richard, s. 1969. “The quantitative análisis of growth.Plant physiology, a treatise, volumen.Va. Edited. C.Steward. AcademisPres. New York. Traducción y

comentario Ulises Moreno. Profesor del curso de fisiología vegetal avanzada. Universidad Nacional Agraria la Molina.

Robles, R. 2010. Calidad de planta y variación de semillas en Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. Oaxaca. 108 p.

Rodriguez, T. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. Universidad Autónoma Chapingo. Mundi Prensa México. 156 p.

Rodríguez, C. 1994, Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Oregon. Estados Unidos. 66-68

Ruano, M. 2003.Viveros forestales: Manual de cultivo y proyectos. Madrid, España. Editorial Mundi Prensa. 281 p.

Sáenz, J; Villaseñor, F; Muñoz, H; Rueda, A; Prieto, J. 2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacan. Folleto técnico Núm. 17. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo experimental Uruapan. Michoacan, México. 52 p.

Santiago, P; Guevara, L; Espinoza, M. 2012. Utilización industrial de primera y segunda transformación y de la cadena productiva en Pucallpa. AIDER. Ucayali-Perú. 32 p.

Santiago, O.; Sánchez, M.; Monroy R. C., García S. 2007. Manual de producción de especies forestales tropicales en contenedor. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental El Palmar. Folleto técnico Núm. 44. Veracruz, México. 73 p.

Schinelli, T. 2002. Ensayo de fertilización en plantas de Pinus ponderosa a raíz desnuda. Carpeta de Información Técnica EEA INTA ESQUEL. 3 p.

Serrada, R. 2000. Apuntes de Repoblaciones Forestales. FUCOVASA. Madrid. 77 p.

Serrada, H.; Navarro, M. & Peman, J. 2005. La calidad de las repoblaciones forestales: una aproximación desde la selvicultura y la ecofisiologia. Investigacion Agraria. Sistemas y recursos Forestales. 14 p.

South, D. 2000. Planting morphologically improved pine seedlings to increase survival and growth, Report No. 1. Alabama Agricultural Experiment Station (Auburn University), Auburn (Alabama).

Tamayo y Tamayo. 1994. El proceso de la Investigación Científica. 3 edi. México. Editorial Limusa .231 p.

Thompson, B. 1985. Seedling morphological evaluation, What can you tell by looking In: Evaluating seedling quality: Principles, procedures and predictive abilities of major test. M.L. Duryea Eds. Forest Research Laboratory. Oregon State University. pp 59-69.

Toral, I. 1997. Concepto de calidad de plantas en viveros forestales. Documento Técnico 1. Programa de Desarrollo Forestal Integral de Jalisco. Guadalajara, México. 26 p.

Valenzuela, O; Gallardo, C; Alorda, M; Garcia, A; &Garcia, D. 2005. Características de los sustratos utilizados por los viveros forestales. 55 – 57 pg.

Vargas, Z. 2009. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Costa Rica. 12 p.

Vera, C. 1995. The influence of antidesiccants on field perfomanceandphysiologya of 2+0 ponderosa pine (*Pinus ponderosa Dougl.)* seedlings. Ph. D, Thesis. OregonStateUniversity. 134 p.

Villa, P. 2003. Importancia de la calidad de planta en los proyectos de revegetación. 86 p.

ANEXOS

Anexo 1.Control de germinación de semillas

Vivero: Reforesta Perú S.A.C. Ubicación…km 13……Provincia: Coronel Portillo Distrito:…Yarinacocha

Especie: *Schizolobium amazonicum* Nº Semillas /Kg 757 Tratamiento pre germinativo: Escarificación

Fecha de almacigado: 07/05/2014 Fecha de germinación: 12/05/2014 Días para germinar: 6 días

Periodo de germinación	Fecha de control	Cantidad semillas		% de germinación.		Observaciones.
		Germinadas	Acumuladas	Germinadas	Acumuladas	
1	12/05/2014	15	15	15	15	
2	13/05/2014	54	69	54	69	
3	14/05/2014	22	91	22	91	
4	15/05/2014	1	92	1	92	
5	16/05/2014	1	93	1	93	

Responsable:…… Firma: ……

Anexo 2.Control de germinación de semillas

Vivero: Reforesta Perú S.A.C. Ubicación…km 13……Provincia: Coronel Portillo Distrito: Yarinacocha

Especie: *Schizolobium amazonicum* Nº Semillas /Kg 757 Tratamiento pre germinativo: Escarificación

Fecha de almacigado: 07/05/2014 Fecha de germinación: 12/05/2014 Días para germinar: 6 días

Periodo de germinación	Fecha de control	Cantidad semillas		% de germinación.		Observaciones.
		Germinadas	Acumuladas	Germinadas	Acumuladas	
1	12/05/2014	5	5	5	5	
2	13/05/2014	31	36	31	36	
3	14/05/2014	41	77	41	77	
4	15/05/2014	1	78	1	78	
5	16/05/2014	2	80	2	80	

Responsable:…… Firma: ……

Anexo 3.Control de germinación de semillas

Vivero: Reforesta Perú S.A.C. Ubicación…km 13……Provincia: Coronel Portillo Distrito: Yarinacocha

Especie: *Schizolobium amazonicum* Nº Semillas /Kg 757 Tratamiento pre germinativo: Escarificación

Fecha de almacigado: 07/05/2014 Fecha de germinación: 12/05/2014 Días para germinar: 6 días

Periodo de germinación	Fecha de control	Cantidad semillas		% de germinación.		Observaciones.
		Germinadas	Acumuladas	Germinadas	Acumuladas	
1	12/05/2014	4	4	4	4	
2	13/05/2014	36	40	36	40	
3	14/05/2014	32	72	32	72	
4	15/05/2014	5	77	5	77	
5	16/05/2014	8	85	8	85	

Responsable:…… Firma: ……

Anexo 4.Control de germinación de semillas

Vivero: Reforesta Perú S.A.C. Ubicación: km 13 Provincia: Coronel Portillo Distrito: Yarinacocha

Especie: *Schizolobium amazonicum* Nº Semillas /Kg 757 Tratamiento pre germinativo: Escarificación

Fecha de almacigado: 07/05/2014 Fecha de germinación: 12/05/2014 Días para germinar: 6 días

Periodo de germinación	Fecha de control	Cantidad semillas		% de germinación.		Observaciones.
		Germinadas	Acumuladas	Germinadas	Acumuladas	
1	12/05/2014	1	1	1	1	
2	13/05/2014	22	23	22	23	
3	14/05/2014	31	54	31	54	
4	15/05/2014	17	71	17	71	
5	16/05/2014	13	84	13	84	

Responsable:…… Firma: ……

Anexo 5. Resultado del análisis de propiedades químicas de los tratamientos

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

INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : OLGA SONIA LOYOLA ARCAYO
PROCEDENCIA : UCAYALI
MUESTRA DE : SUSTRATO
REFERENCIA : H.R. 47332
BOLETA : 11528
FECHA : 31/10/14

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P_2O_5 %	K_2O %
732	Tratamiento 1	7.33	0.37	2.54	0.18	0.24	0.37
733	Tratamiento 2	6.42	0.57	11.74	0.25	0.49	0.23
734	Tratamiento 3	5.95	2.34	17.01	0.59	1.01	0.52
735	Tratamiento 4	5.78	1.93	42.06	0.77	0.31	0.79

Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %
732	Tratamiento 1	1.82	1.03	14.14	0.03
733	Tratamiento 2	1.39	0.73	24.83	0.02
734	Tratamiento 3	1.57	0.60	43.16	0.10
735	Tratamiento 4	0.63	0.22	57.76	0.21

Lab. Análisis de Suelos, Aguas y Fertilizantes · LASPAF · UNALM

Dr. Sady García Bendezú
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Telefax: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe

Anexo 6. Formato de evaluación morfológica de altura y diámetro

FORMATO DE EVALUACION DE SOBREVIVENCIA *"Schizolobium amazonicum"*

TRATAMIENTO (1)											
Nº Planta	Repetición ( )		Nº Planta	Repetición ( )		Nº Planta	Repetición ( )		Nº Planta	Repetición ( )	
	Altura (cm)	Diámetro (mm)		Altura (cm)	Diámetro (mm)		Altura (cm)	Diámetro (mm)		Altura (cm)	Diámetro (mm)
1			1			1			1		
2			2			2			2		
3			3			3			3		
4			4			4			4		

TRATAMIENTO (1)											
Nº Planta	Repetición ( )		Nº Planta	Repetición ( )		Nº Planta	Repetición ( )		Nº Planta	Repetición ( )	
	Altura (cm)	Diámetro (mm)		Altura (cm)	Diámetro (mm)		Altura (cm)	Diámetro (mm)		Altura (cm)	Diámetro (mm)
1			1			1			1		
2			2			2			2		
3			3			3			3		
4			4			4			4		

Observaciones: ……..

……

Anexo 7. Formato de biomasa húmeda y seca (aérea-raíces) y área foliar especifica

	TRATAMIENTO ( )													
Nº planta	Repetición ( )						Nº planta	Repetición ( )						
	Biomasa (g)			Área foliar (mm2)	Peso húmedo total planta (g)	Peso seco total planta (g)		Biomasa (g)			Área foliar (mm2)	Peso húmedo total planta (g)	Peso seco total planta (g)	
	Aérea	Seca aérea	Seca raíz					Aérea	Seca aérea	Seca raíz				
1							1							
2							2							
3							3							
4							4							
Repetición ( )							Repetición ( )							
1							1							
2							2							
3							3							
4							4							
Repetición ( )							Repetición ( )							
1							1							
2							2							
3							3							
4							4							
Repetición ( )							Repetición ( )							
1							1							
2							2							
3							3							
4							4							

Anexo 8. Promedios de los diferentes índices de calidad de *S. Amazonicum* repicados en tubetes de 115 cm^3 evaluados a los 120 días

Tratamiento	Repetición	R BSA/BSR	IL	ICD	IR
1	1	2.01	44.05	0.28	4.20
1	2	1.77	43.68	0.21	4.84
1	3	1.97	42.15	0.25	3.67
1	4	1.64	47.26	0.36	4.66
1	5	1.93	40.90	0.24	4.26
1	6	2.43	47.42	0.23	3.80
1	7	1.88	46.08	0.26	4.11
1	8	1.50	55.35	0.30	3.85
2	1	2.38	35.45	0.43	5.00
2	2	1.65	47.39	0.48	4.01
2	3	2.77	42.31	0.62	4.60
2	4	1.86	38.21	0.49	5.13
2	5	3.00	41.34	0.44	4.15
2	6	1.88	42.87	0.39	4.28
2	7	2.43	38.87	0.55	4.60
2	8	2.04	44.16	0.44	4.11
3	1	2.90	44.34	0.60	4.26
3	2	2.59	41.76	0.82	4.75
3	3	1.71	41.06	0.65	4.86
3	4	1.26	36.43	0.65	4.54
3	5	2.75	55.13	0.66	3.80
3	6	3.84	32.88	0.53	4.55
3	7	1.46	30.14	0.55	4.86
3	8	2.20	37.26	0.43	4.57
4	1	2.41	32.68	0.51	4.46
4	2	2.98	35.36	0.39	3.60
4	3	3.09	46.06	0.86	3.71
4	4	3.01	42.52	0.60	3.79
4	5	3.05	42.37	0.71	4.30
4	6	3.00	39.12	0.55	4.76
4	7	3.16	42.09	0.75	4.36
4	8	2.56	36.68	0.50	4.35

Anexo 9. Análisis de varianza del crecimiento en altura de plantones de *Schizolobium amazonicum*, durante los 120 días de viverización.

F.V.	G.L.	Días evaluados								
		QM								
		Altura								
		0	15	30	45	60	75	90	105	120
Tratamiento	3	2.29 n.s.	0.78 n.s.	1.91 n.s.	2.89 n.s.	21.98 **	47.54 **	76.31 **	93.98 **	97.18 **
Error	28	0.87	0.59	1.13	1.09	4.55	3.91	5.89	6.83	6.98
Total Corregido	31									

**= Significativo al 5 %; **= Altamente significativo n.s.= No significativo*
Letras distintas indican diferencias significativas (p≤0.05)

Anexo 10. Promedio de altura por tratamientos y repetición durante días evaluados

Tratamiento	Repeticion	Días evaluados								
		Altura								
		0	15	30	45	60	75	90	105	120
1	1	10.05	11.08	12.93	13.78	14.78	16.43	17.50	18.00	18.50
1	2	9.80	10.78	12.33	13.20	13.93	15.53	16.43	17.88	18.53
1	3	9.43	10.28	11.48	12.45	12.88	13.88	14.43	15.00	15.25
1	4	10.13	11.08	12.98	14.13	15.10	16.58	17.75	19.38	20.13
1	5	9.93	11.03	12.63	13.73	14.78	15.63	16.83	17.75	17.88
1	6	7.15	9.23	10.43	11.18	11.75	13.20	14.50	15.38	15.95
1	7	8.73	10.15	11.83	12.23	13.10	13.77	14.83	15.17	16.67
1	8	9.93	10.75	12.25	12.83	14.20	14.58	14.95	15.45	15.88
2	1	9.38	11.17	13.30	14.57	17.33	20.30	23.33	24.83	25.17
2	2	8.38	9.73	12.90	13.73	16.83	19.33	21.33	21.67	21.67
2	3	9.05	10.15	13.13	13.85	18.88	20.83	23.25	24.50	25.63
2	4	8.38	10.35	13.08	14.28	18.68	20.50	22.50	24.50	25.38
2	5	9.08	9.98	12.68	13.95	16.63	18.45	19.75	21.13	22.00
2	6	6.75	8.25	12.33	13.33	16.67	19.03	22.27	22.83	23.27
2	7	8.75	10.70	13.25	14.00	18.45	20.63	23.08	24.63	25.30
2	8	7.95	9.60	11.85	13.00	14.58	15.85	16.68	18.45	19.50
3	1	8.75	9.55	12.50	13.50	16.67	19.07	21.00	21.83	23.00
3	2	10.03	10.93	13.03	14.75	18.63	22.33	25.73	27.25	28.75
3	3	9.35	10.10	12.43	14.03	18.13	20.73	23.33	24.33	25.93
3	4	9.25	10.63	12.08	13.90	16.63	19.48	21.38	22.63	23.95
3	5	6.93	8.73	11.20	12.63	14.33	15.80	17.63	19.50	20.00
3	6	8.70	9.90	13.10	14.35	18.20	19.75	22.25	25.30	25.50
3	7	8.38	9.58	13.50	14.18	19.05	20.55	24.00	26.38	27.83
3	8	8.98	9.80	11.38	12.58	15.68	17.70	19.88	20.63	21.50
4	1	8.48	10.28	14.57	15.43	18.98	22.35	24.30	25.50	25.88
4	2	8.35	9.10	10.33	11.30	8.83	14.75	16.10	17.50	18.00
4	3	8.38	10.10	14.17	15.27	18.80	21.00	23.03	24.50	25.00
4	4	7.80	9.07	12.20	13.10	15.87	18.83	21.30	23.00	23.50
4	5	10.20	11.63	15.53	16.20	19.70	22.93	26.95	29.25	29.25
4	6	7.08	9.73	12.00	13.88	16.98	20.75	22.63	24.38	25.00
4	7	7.55	10.03	14.27	15.53	18.67	22.80	24.60	26.67	27.17
4	8	7.25	9.10	12.73	14.50	17.67	19.77	22.00	23.00	23.50

Anexo 11. Análisis de varianza de diámetro de plantones de *S. amazonicum*, durante los 120 días.

F.V.	G.L.	Días evaluados								
		Cuadrado medio								
		Diámetro								
		0	15	30	45	60	75	90	105	120
Tratamiento	3	1.02 **	0.78 n.s.	1.91 n.s.	2.89 n.s.	21.89 **	47.54 **	76.31 **	93.98 **	97.18 **
Error	28	0.11	0.59	1.13	1.09	4.55	3.91	5.89	6.83	6.98
Total Corregido	31									

**= Significativo al 5 %; **= Altamente significativo n.s.= No significativo*

Anexo 12. Promedio del diámetro por tratamientos y repetición durante días evaluados

Tratamiento	Repetición	Días evaluados								
		Diámetro								
		0	15	30	45	60	75	90	105	120
1	1	3.48	2.43	3.20	3.83	4.03	4.03	4.13	4.30	4.40
1	2	4.20	2.28	3.28	3.53	3.83	3.95	3.95	4.05	4.05
1	3	3.70	2.08	2.90	3.50	3.65	3.88	4.00	4.08	4.15
1	4	3.23	2.35	2.90	3.50	3.75	4.08	4.15	4.20	4.33
1	5	3.70	2.30	3.00	3.33	3.75	3.88	4.08	4.08	4.20
1	6	3.88	2.38	3.13	3.43	3.58	3.78	4.00	4.15	4.20
1	7	3.43	2.30	3.10	3.57	3.67	3.90	3.93	3.93	4.07
1	8	3.55	2.33	3.13	3.40	3.68	3.70	3.80	3.98	4.13
2	1	3.35	2.33	3.10	3.57	4.07	4.80	5.13	5.23	5.47
2	2	3.13	2.23	3.07	3.40	4.10	4.83	5.27	5.21	5.40
2	3	3.10	2.38	3.23	3.58	4.25	4.65	5.15	5.30	5.58
2	4	2.80	2.28	3.08	3.60	3.98	4.33	4.50	4.75	4.95
2	5	3.00	2.30	2.98	3.55	4.00	4.53	4.95	5.03	5.30
2	6	2.50	2.40	3.30	3.67	4.33	4.77	5.13	5.30	5.43
2	7	3.70	2.38	3.28	3.55	4.18	4.53	4.98	5.28	5.50
2	8	2.98	2.60	3.48	3.78	3.88	4.30	4.58	4.63	4.75
3	1	3.10	2.43	3.10	3.50	4.00	4.50	4.87	5.07	5.40
3	2	4.15	2.65	2.85	3.30	3.78	4.73	5.15	5.45	6.05
3	3	4.00	2.55	3.20	4.10	4.23	4.37	5.07	5.13	5.28
3	4	3.80	2.53	3.03	3.45	4.43	4.85	5.03	5.18	5.28
3	5	3.18	2.53	2.93	3.20	3.98	4.30	4.53	4.90	5.28
3	6	4.03	2.75	3.30	3.30	3.85	4.00	4.85	5.05	5.60
3	7	3.25	2.58	3.18	3.80	4.28	4.58	5.30	5.48	5.73
3	8	3.55	2.60	3.00	3.25	3.65	4.00	4.40	4.43	4.70
4	1	3.63	2.55	3.37	4.08	4.50	5.13	5.58	5.75	5.80
4	2	2.75	2.70	2.73	3.10	2.33	4.10	4.30	4.30	5.00
4	3	2.78	2.87	3.70	4.00	4.87	5.67	6.13	6.47	6.73
4	4	2.93	2.73	3.07	3.47	3.93	4.70	5.63	6.07	6.20
4	5	2.85	2.73	3.30	3.88	4.60	5.40	6.20	6.20	6.80
4	6	3.00	2.53	2.93	3.53	3.93	4.45	4.75	5.15	5.25
4	7	3.03	2.83	3.40	3.97	4.67	5.23	6.00	6.13	6.23
4	8	2.85	2.53	3.40	3.97	4.13	4.57	5.13	5.23	5.40

Anexo 13. 14Análisis de Varianza (ANVA) de los diferentes índices en la producción de platones de *Schizolobium amazonicum* (Pashaco).

F.V.	G.L.	Cuadrado medio				
		R BSA/BSR	I.L.	I.R.	AFE cm^2/g	I.C.D.
Tratamiento	3	1.41 **	67.06	0.30	153.99 *	0.21**
Error	28	0.27	28.50	0.16	0.032	0.011
Total corregido	31					

** Significativo al 5 %, ** Altamente significativo al 1 %*

Anexo 14. Desarrollo de las raíces de *Schizolobium amazonicum* a los 120 días



Tratamiento 1



Tratamiento 2

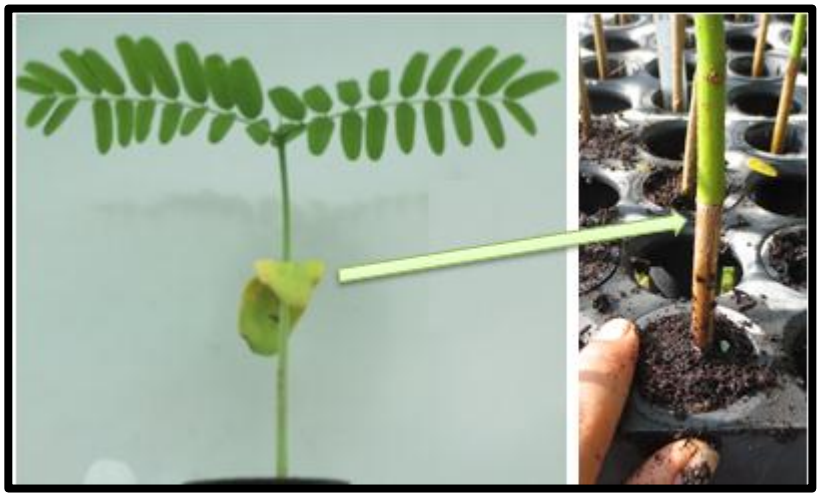


Tratamiento 3

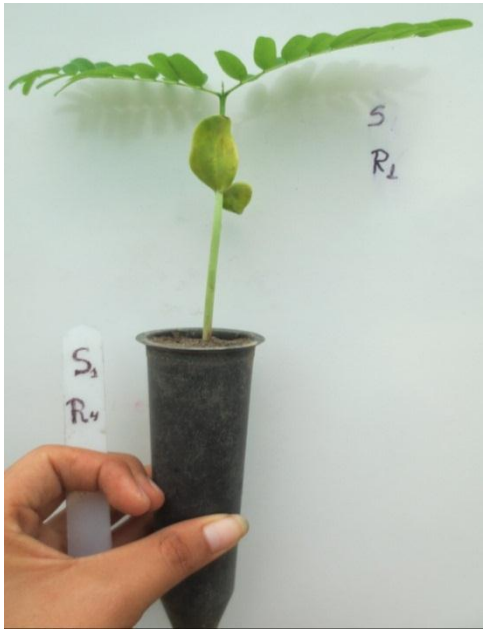


Tratamiento 4

Anexo 15. Diferenciación de lignificación después de la caída de los cotiledones



Anexo 16. Plantones de *Schizolobium amazonicum* a los 10 días después del repique



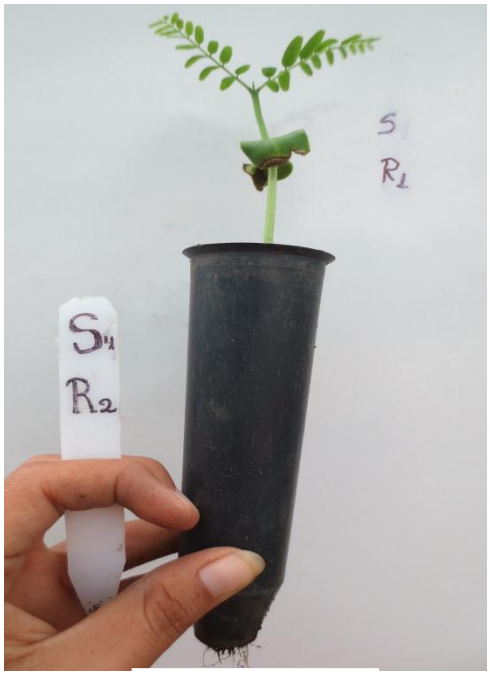
Tratamiento 1



Tratamiento 2



Tratamiento 3



Tratamiento 4

Anexo 17. Plantones de ***Schizolobium amazonicum*** a los 120 días después del repique



Tratamiento 1



Tratamiento 2



Tratamiento 3



Tratamiento 4