

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PLANTONES FORESTALES
PRODUCIDOS BAJO UN VIVERO TEMPORAL EN EL DISTRITO
DE SANTA ROSA DE ALTO YANAJANCA, PROVINCIA DE
MARAÑÓN, HUÁNUCO - PERÚ**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

BRYAN ANTHONY MARÍN VALDIVIA

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PLANTONES FORESTALES
PRODUCIDOS BAJO UN VIVERO TEMPORAL EN EL DISTRITO DE SANTA
ROSA DE ALTO YANAJANCA, PROVINCIA DE MARAÑÓN, HUÁNUCO**

Autor : **BRYAN ANTOHNY MARÍN VALDIVIA**

Asesor(es) de tesis : **Ing. Msc. DAVID PRUDENCIO QUISPE
JANAMPA
Ing. EDILBERTO DIAZ QUINTANA**

Programa de investigación : **Gestión de bosques y plantaciones
forestales**

Línea(s) de investigación : **Silvicultura, manejo y ordenación de
bosques**

Eje temático de investigación : **Instalación, producción y manejo en
vivero temporal**

Lugar de ejecución : **Finca de agricultor Fernando Valdivia
Changana – Caserío de La unidad**

Duración : **Fecha de inicio** : **15-01-2018**
: **Fecha de término** : **19-10-2018**

Financiamiento : **Propio**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 13 de diciembre de 2018, a horas 6:30 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE PLANTONES FORESTALES PRODUCIDOS BAJO UN VIVERO TEMPORAL EN EL DISTRITO DE SANTA ROSA DE ALTO YANAJANCA, PROVINCIA DE MARAÑÓN, HUÁNUCO - PERÚ”.

Presentado por el Bachiller: **MARIN VALDIVIA, Bryan Anthony**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO FORESTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 05 de marzo de 2019

Ing. MSc. ROBERT G. PECHO DE LA CRUZ
PRESIDENTE

Ing. RAÚL ARAUJO TORRES
MIEMBRO

Ing. M.Sc. WARREN RÍOS GARCÍA
MIEMBRO



Ing. MSc. DAVID P. QUISPE JANAMPA
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios; por otorgarme la vida y la sabiduría necesaria para cumplir mis metas profesionales, superando las dificultades necesarias en el día a día.

A mí querida hermana, primos, tíos, tías y abuelos que siempre me apoyaron, sus sabios consejos y sus motivaciones a mi persona.

A mis padres Elizabeth y César por su apoyo incondicional en todo momento, por sus consejos, sus valores únicos que me ayudaron como persona y profesional.

A mis estimados amigos que me rodean por su tiempo, comprensión, motivación y sincera amistad que hicieron posible mi investigación.

AGRADECIMIENTOS

Durante mi formación profesional y personal agradezco a aquellas personas por sus sabios consejos, motivaciones, y apoyo incondicional.

A los docentes de las diferentes facultades de la Universidad Nacional Agraria de la Selva que me inculcaron en las aulas como persona y profesional.

Al personal administrativo de la Universidad Nacional Agraria de la Selva por su apoyo incondicional y voluntad hacia mi persona.

A los docentes Ing. Msc. David Prudencio Quispe Janampa e Ing. Edilberto Díaz Quintana por su asesoramiento en el desarrollo de la investigación.

A mi tío Fernando Valdivia Changana por su arduo apoyo y paciencia en la investigación

A mis amigos César Julio La Torre Soldevilla, Luis Vidal Romero y Efraín Lactas Flores por su apoyo incondicional en la presente investigación.

A todos mis compañeros y colegas por apoyarnos mutuamente durante el tiempo de permanencia en la universidad.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Productores rurales.....	4
2.1.1. Realidad rural agrícola.....	4
2.1.2. Silvicultura comunitaria.....	5
2.2. Vivero forestal	6
2.2.1. Viveros forestales temporales.....	6
2.2.2. Suelos y sustrato en el vivero	7
2.2.3. Proceso de producción de plántulas	10
2.3. Calidad de plantones en viveros forestales	10
2.3.1. Parámetros morfológicos	13
2.3.2. Parámetros fisiológicos.....	21
2.4. Especies forestales bajo condiciones de vivero.....	25
2.4.1. <i>Guazuma crinita</i> C. Mart.....	25
2.4.2. <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. F. Ex.	27
2.4.3. <i>Swietenia macrophylla</i> King.....	29

2.4.4. <i>Cedrela odorata</i> L.	30
2.5. Antecedentes de investigación.....	32
2.5.1. Atributos físicos	32
2.5.2. Tamaño del sistema radical	33
2.5.3. Interacción de variables	34
2.5.4. Evaluación de la calidad de plántones forestales bajo viveros	35
III. MATERIALES Y MÉTODOS	43
3.1. Lugar de ejecución	43
3.1.1. Zona de vida.....	43
3.1.2. Clima	44
3.1.3. Descripción del lugar	44
3.2. Materiales, equipos, insumos y herramientas.....	44
3.2.1. Material genético	44
3.2.2. Materiales, equipos y herramientas	45
3.2.3. Diseño y muestreo.....	46
3.3. Metodología	47
3.3.1. Fase de campo.....	47

3.3.2. Evaluación	50
IV. RESULTADOS	56
4.1. Parámetros morfológicos	56
4.1.1. Altura (H)	56
4.1.2. Diámetro basal (DB)	59
4.1.3. Índice de esbeltez (IE)	62
4.1.4. Relación altura/longitud de raíz (RA/LR)	65
4.1.5. Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz (RBSA/BSR)	68
4.1.6. Índice de Calidad de Dickson (ICD)	71
4.2. Parámetros fisiológicos	74
4.2.1. Nitrógeno	74
4.2.2. Fósforo	75
4.2.3. Potasio	76
4.3. Calificación de la calidad de plantones forestales en función a los parámetros morfológicos y fisiológicos	78
V. DISCUSIÓN	80
5.1. Parámetros morfológicos	80
5.1.1. Altura (H)	80

5.1.2. Diámetro basal (DB)	81
5.1.3. Índice de esbeltez (IE)	83
5.1.4. Relación altura/longitud de raíz (RA/LR)	84
5.1.5. Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz (RBSA/BSR)	85
5.1.6. Índice de Calidad de Dickson (ICD)	86
5.2. Parámetros fisiológicos	87
5.2.1. Nitrógeno (N)	87
5.2.2. Fósforo (P).....	88
5.2.3. Potasio (K).....	90
5.3. Calificación de parámetros morfológicos y fisiológicos	91
VI. CONCLUSIONES.....	94
VII. RECOMENDACIONES.....	95
VIII. ABSTRACT	96
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
ANEXO.....	106

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Intervalos de calidad de plantón para parámetros morfológicos en latifoliadas.	20
2. Intervalos de calidad de plantón para parámetros fisiológicos en latifoliadas.	25
3. Evaluación de la altura de plantones forestales en función al tiempo.	58
4. Evaluación de la altura de plantones forestales expresada a través de sus valores máximos y mínimos en el tiempo.	58
5. Evaluación del diámetro de plantones forestales en función al tiempo.	61
6. Evaluación del diámetro de plantones forestales expresada a través de sus valores máximos y mínimos en el tiempo.	61
7. Evaluación del índice de esbeltez de plantones forestales en función al tiempo.	64
8. Evaluación del índice de esbeltez de plantones forestales a través de sus valores máximos y mínimos en el tiempo.	64
9. Evaluación de la relación altura/longitud de raíz de los plantones forestales en función al tiempo.	67

10. Evaluación de la relación altura/ longitud de raíz de plantones forestales a través de sus valores máximos y mínimos en el tiempo.	67
11. Evaluación de la relación biomasa seca aérea / biomasa seca raíz de los plantones forestales en función al tiempo.	70
12. Evaluación de la relación biomasa seca aérea / biomasa seca raíz de plantones forestales a través de sus valores máximos y mínimos en el tiempo.	70
13. Evaluación del índice de calidad de Dickson de los plantones forestales en función al tiempo.	73
14. Evaluación del índice de calidad de Dickson de plantones forestales a través de sus valores máximos y mínimos en el tiempo.	73
15. Porcentaje de Nitrógeno foliar en los plantones forestales.	74
16. Porcentaje de Fósforo foliar en los plantones forestales.	76
17. Porcentaje de Potasio foliar en los plantones forestales.	77
18. Calificación de la calidad de plantones forestales en función a los parámetros morfológicos y fisiológicos.	79
19. Calificación de la calidad de plantones forestales en función a los parámetros fisiológicos.	79

20. Datos cuantitativos de Altura (H), Diámetro (D) e Índice de esbeltez (IE) de los plantones en bolaina y capirona a 120 días de repique.	107
21. Datos cuantitativos de Altura (H), Diámetro (D) e Índice de esbeltez (IE) de los plantones en caoba y cedro a 120 días de repique.	111
22. . Datos cuantitativos de Relación altura (H) / Longitud de raíz (LR) de los plantones en cuatro especies forestales a los 30 días de repique.....	116
23. Datos cuantitativos de Relación altura (H) / Longitud de raíz (LR) de los plantones en cuatro especies forestales a los 60 días de repique.....	117
24. Datos cuantitativos de Relación altura (H) / Longitud de raíz (LR) de los plantones en cuatro especies forestales a los 90 días de repique.....	118
25. Datos cuantitativos de Relación altura (H) / Longitud de raíz (LR) de los plantones en cuatro especies forestales a los 120 días de repique.....	119
26. Datos cuantitativos de Relación biomasa aérea (BSA) / biomasa seca raíz (BSR) de los plantones en cuatro especies forestales a los 30 días de repique.	120

27. Datos cuantitativos de Relación biomasa aérea (BSA) / biomasa seca raíz (BSR) de los plantones en cuatro especies forestales a los 60 días de repique.	121
28. Datos cuantitativos de Relación biomasa aérea (BSA) / biomasa seca raíz (BSR) de los plantones en cuatro especies forestales a los 90 días de repique.	122
29. Datos cuantitativos de Relación biomasa aérea (BSA) / biomasa seca raíz (BSR) de los plantones en cuatro especies forestales a los 120 días de repique.	123
30. Niveles del contenido de materia orgánica, Nitrógeno, Fósforo y Potasio disponible.	124
31. Niveles del pH en suelos.	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Diseño de la distribución de plántones forestales en un vivero temporal.	46
2. Crecimiento acumulado de la altura evaluada en función al tiempo (días) de los plántones forestales de cuatro especies forestales.....	56
3. Crecimiento acumulado del diámetro basal evaluado en función al tiempo (días) de los plántones forestales de cuatro especies forestales.....	59
4. Índice de esbeltez en función al tiempo (días) de los plántones forestales de cuatro especies forestales.....	62
5. Relación altura/longitud de raíz, en función al tiempo (días) de los plántones de cuatro especies forestales.	65
6. Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz en función al tiempo (días) de los plántones forestales de cuatro especies forestales.....	68
7. Índice de Calidad de Dickson en función al tiempo (días) de los plántones forestales de cuatro especies forestales.	71
8. Contenido de Nitrógeno en los plántones de cuatro especies forestales en términos de porcentaje (%).	75

9.	Contenido de Fósforo en los plántones de cuatro especies forestales en términos de porcentaje (%).	76
10.	Contenido de Potasio en los plántones de cuatro especies forestales en términos de porcentaje (%).	78
11.	Construcción del vivero temporal.	125
12.	Extracción de sustrato de purmas aluviales.....	125
13.	Llenado de bolsas y preparación de sustrato.	126
14.	Repique de plántulas de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>).....	126
15.	Medición de parámetros morfológicos de <i>Cedrela odorata</i> en el laboratorio de Certificación de Semillas forestales Universidad Nacional Agraria de la Selva.	127
16.	Plántones de <i>Swietenia macrophylla</i> en un vivero temporal.	127
17.	Traslado de plántones forestales del campo, para evaluaciones morfológicas y fisiológicas en laboratorio.	128
18.	Medición de longitud radicular de <i>Guazuma crinita</i> C. Mart en el laboratorio de Certificación de Semillas Forestales - Universidad Nacional Agraria de la Selva.....	128

RESUMEN

Con la finalidad de entender la realidad de un productor rural, cuyos recursos económicos para producir plántones forestales es limitada, requiriendo plántones cerca a los sitios de plantación y a su vez demostrar las cualidades del terreno agrícola, buscando su máximo aprovechamiento, para diversos fines (sociales, ambientales y económicos) se evaluó la calidad de plántones forestales bajo un vivero temporal en el Distrito de Santa Rosa de Alto Yanahuanca, centrándonos en cuatro especies forestales (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex, *Cedrela odorata* L., *Swietenia macrophylla* King y *Guazuma crinita* C. Mart.). La investigación fue descriptiva-cuantitativa a través de parámetros morfológicos y fisiológicos que reflejan la calidad del plánton, previo a su establecimiento en campo definitivo se obtuvieron parámetros morfológicos adecuados en calidad de media a alta en las cuatro especies (alturas (H) > 12 cm, diámetros basales (DB) > 2,5 mm, Índices de Esbeltez (IE) < 7,9 y relaciones altura / longitud de raíz (RA/LR) < 2,5, relaciones biomasa seca aérea/biomasa seca raíz (RBSA/RBSR) < 2,5 a excepción de la especie *Swietenia macrophylla* King, Índices de Calidad de Dickson (ICD) > 0,2), así como parámetros fisiológicos adecuados en calidad de media a alta en las cuatro especies forestales (% de Nitrógeno (N) > 1,1, % Fósforo (P) > 0,10 y % Potasio (K) > 0,50) de acuerdo a los rangos de calidad de SAENZ *et al.* (2010). Lo que demuestra calidades de plántones forestales resaltantes en el vivero temporal bajo condiciones del sitio en cuanto a las características físicas y nutricionales de los plántones, basándonos que el

sustrato está disponible bajo purmas altas y bajas cercanas al rio Yanajanca, así como los materiales e insumos disponibles por parte del productor rural.

I. INTRODUCCIÓN

La limitación de recursos económicos por parte de productores rurales y programas de reforestación implica que los plántones forestales deben producirse en el menor tiempo posible, con la condición de que sea de buena calidad logrando el éxito en el establecimiento y desarrollo de las plantaciones, dependiendo de muchos factores, entre ellos la calidad de los plántones.

Obtener plántones de calidad bajo un vivero temporal cerca a los sitios de plantación, con los materiales e insumos propios que se dispone, resulta complicado, por falta de múltiples recursos económico, de los cuales se desprenden problemas para los plántones por falta de fertilizantes, incidencia adecuada de luz, riego, sustratos adecuados, entre otras labores silviculturales necesarias para obtener plántones forestales de calidad con características morfológicas y fisiológicas adecuadas, previo a su establecimiento en campo definitivo. Bajo este contexto se plantea la interrogante: ¿Cuál es la calidad de plántones forestales que se producen bajo un vivero temporal?

En tal sentido, como respuesta a la interrogante, se afirma que la calidad de plántones forestales producidos bajo un vivero temporal son de calidad media a alta en función a parámetros morfológicos y fisiológicos. Al evaluar la calidad de los plántones forestales en un vivero temporal podemos

comprender las múltiples limitaciones en cuanto a materiales e insumos que se requieren para producir plántones forestales por parte de un productor rural, que busca el máximo aprovechamiento de sus terrenos para su sustento. A su vez calificando el estado de los plántones forestales en cuanto a características morfológicas y fisiológicas, que reflejan la calidad de los plántones previo a su establecimiento en campo definitivo.

En tal sentido la investigación permite identificar y conocer la calidad de los plántones forestales producidos en un vivero temporal como alternativa económica y poder predecir el éxito de las plantaciones forestales, por parte de productores rurales y personas involucradas al desarrollo y manejo forestal, para diversos fines sociales, económicos y ambientales. Fomentando evaluaciones de la calidad de plántones forestales previo a su establecimiento en campo definitivo, garantizando una rentabilidad forestal.

Objetivo general

- Evaluar la calidad de plántones forestales bajo un vivero temporal en el Distrito de Santa Rosa de Alto Yanajanca, Provincia de Marañón, Huánuco.

Objetivos específicos

- Determinar la calidad de plántones forestales de cuatro especies (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. F. Ex, *Cedrela odorata* L., *Swietenia macrophylla* King y *Guazuma crinita* C. Mart.) bajo un vivero temporal mediante parámetros morfológicos.

- Determinar la calidad de plantones forestales de cuatro especies (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. F. Ex, *Cedrela odorata* L., *Swietenia macrophylla* King y *Guazuma crinita* C. Mart.) bajo un vivero temporal mediante parámetros fisiológicos.
- Calificar la calidad de plantones forestales de cuatro especies en función a los parámetros morfológicos y fisiológicos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Productores rurales

2.1.1. Realidad rural agrícola

En las últimas décadas, las políticas económicas han provocado una serie de cambios sobre el territorio nacional, que se manifiestan de diversos modos, entre ellos la creciente polarización que involucra cambios productivos y de propiedad y tenencia de la tierra, con una marginación creciente de los pequeños y medianos productores.

La selva constituye un sistema basado en recursos forestales, todavía poco explotados comercialmente, con pequeñas áreas de agricultura de subsistencia poco tecnificada, básicamente indígena, y algunas grandes explotaciones ganaderas extensivas. Sólo el 4% de la tierra agrícola dispone de sistemas de riego. La selva genera el 15% del producto sectorial.

La agricultura familiar (actividades agrícolas basadas en la familia) es una forma de organizar la agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y pastoreo, que es administrada y operada por una familia, sobre todo, que depende principalmente del trabajo familiar, tanto de mujeres como hombres. La familia y la granja están vinculados, coevolucionan y combinan funciones económicas, ambientales, sociales y culturales (SALCEDO *et al.*, 2014).

La FAO (2015) resalta que las necesidades de los agricultores familiares son muy similares en todo el mundo: una mejora del acceso a las tecnologías que vele por la sostenibilidad de la productividad; insumos que respondan a sus necesidades particulares y respeten sus culturas y tradiciones; que se preste especial atención a las mujeres y a los jóvenes que se dedican a la agricultura; que se refuercen las organizaciones y cooperativas de productores; que se mejore el acceso a la tierra y el agua, el crédito y los mercados; que se fomente mayor participación en las cadenas de valor; que se fortalezcan los lazos entre agricultura familiar y los mercados locales para aumentar la seguridad alimentaria; y la equidad en el acceso a los servicios esenciales como la educación, la salud, el agua pura y el saneamiento.

De este modo, el papel de la innovación en la agricultura familiar es clave. Es un proceso a través del cual los agricultores mejoran la producción y las prácticas de gestión de sus explotaciones agrícolas. Esto abarca desde la plantación de nuevas variedades, combinación de prácticas tradicionales con nuevos conocimientos científicos, aplicación de nuevas prácticas integradas de producción y post cosecha o la participación en los mercados de una forma nueva y más rentable (FAO, 2015). Motivo por el cual la silvicultura debe estar asociada a la agricultura convencional, analizando la realidad económica, con bajos recursos económicos y técnicas prácticas para su sustento diario.

2.1.2. Silvicultura comunitaria

PALMA (1995), afirma que un manejo comunitario sostenible puede incluso contribuir a la conservación de suelos degradados en una comunidad,

ya que los campesinos comunitarios participan activamente en el mantenimiento de sus recursos forestales como un medio de subsistencia para ellos y sus futuras generaciones.

2.2. Vivero forestal

Los viveros forestales constituyen el primer paso en cualquier programa de repoblación forestal. Se definen como sitios destinados a la producción de plántones forestales, en donde se les proporciona todos los cuidados requeridos para ser trasladadas al terreno definitivo de plantación.

La producción debe ser de la mejor calidad, al menor costo posible, permaneciendo los plántones el tiempo necesario hasta lograr la altura y el vigor indispensable para instalarlos en campo definitivo (Rojas, 2001; citado por SÁENZ *et al.*, 2010).

El lugar donde se instalará debe reunir cuatro condiciones: disponibilidad de agua durante todo el año, protección del viento intenso y las heladas, posibilidad de cercar el área, proximidad a una comunidad para facilitar su atención, cuidados y vigilancia (GONZÁLEZ, 1995).

2.2.1. Viveros forestales temporales

Están instalados cerca de las áreas de plantación y sirven para recibir sólo plántones producidos en bolsas de polietileno listas para ser plantadas o a pocos meses de su plantación, con el objeto de aclimatarlas, teniendo un alto porcentaje de mortandad al sufrir el cambio climático (OCAÑA,

1996). Son viveros que requieren de poca inversión al establecerse con materiales disponibles en la finca y poseen ciertas ventajas a los viveros permanentes.

2.2.2. Suelos y sustrato en el vivero

CHÁVEZ y HUAYA (1987) mencionan que se puede aprovechar como sustrato natural, la tierra suelta o arena de color plomo o negro, que contiene el humus con los elementos necesarios en proporciones adecuadas para un desarrollo normal de la planta. Este sustrato generalmente se encuentra formando la capa superficial del suelo del bosque primario, las purmas altas y los barrizales de ríos y quebradas.

Los sustratos para la producción de plántones pueden ser definidos como el medio adecuado para la sustentación y retención de cantidades suficientes y necesarias de agua, oxígeno y nutrientes, además de ofrecer un pH compatible, ausencia de elementos químicos en niveles tóxicos y conductividad eléctrica adecuada, además a la hora de elegir a un sustrato, se debe observar principalmente, sus características físicas y químicas, la especie a ser plantada, además de los aspectos económicos, que sea de bajo costo y que sea disponible localmente (FONSECA, 2001; FRADE *et al.*, 2011).

2.2.2.1. Fertilidad del suelo

GRUBB (1995) define la fertilidad del suelo como la capacidad del mismo para suministrarle nutrientes esenciales a la planta para su crecimiento

y desarrollo. Además, manifiesta que en la fertilidad del suelo las propiedades del mismo tiene un efecto directo sobre el crecimiento de las especies maderables, por lo tanto, conocer y entender las propiedades químicas, físicas y biológicas que caracterizan a este recurso, es necesario para adelantar una buena y adecuada nutrición forestal.

La fertilidad química se determina normalmente a través de la disponibilidad de nutrientes en el suelo, más precisamente en la solución del suelo o en la fase intercambiable (VILLARROEL, 2000). Esto se realiza a través de un análisis en laboratorio y/o en plantas, diagnóstico que posteriormente permite definir estrategias de fertilización (IBÁÑEZ, 2008).

En general la fertilidad química hace referencia a la reserva de nutrientes en el suelo y su aporte a las plantas, se caracteriza principalmente por las siguientes variables: la capacidad de cambio de cationes y aniones, el pH, contenido de materia orgánica, nivel de nutrientes como el Nitrógeno, Fósforo y Potasio (BURLE *et al.*, 1997).

La fertilidad biológica del suelo, se refiere al papel de los organismos vivos (macro y microorganismos) como el caso de los microorganismos benéficos que se encuentran en la rizósfera y que son determinantes en la salud de la planta y la fertilidad del suelo porque participan en muchos procesos clave del ecosistema (Kannaiayan, 2003; citado por BERNAL, 2009). Los microorganismos en el suelo, lo componen las bacterias, actinomicetos, hongos, algas, virus y protozoarios (HIGUERA, 2008). Además,

son importantes en los procesos de transformación de nutrientes (Fijación de Nitrógeno), transformación de compuestos orgánicos que la planta no puede tomar a formas inorgánicas, aumento del desarrollo radicular de la planta para mejora la asimilación de nutrientes y mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.

Los microorganismos del suelo al crecer y tomar nutrientes, evitan que éstos queden libres y se pierdan por lixiviación, poniéndolos posteriormente a disposición de las plantas a medida que mueren o se alimentan, como el caso de las lombrices de tierra que hacen más asimilables los nutrientes para las plantas al transformar el suelo que va circulando por su sistema digestivo (Gliessman, 1997; citado por ROJAS, 2015). Dado, que las lombrices aceleran la descomposición de los restos vegetales, incrementando la tasa de transformación de nutrientes, promueve además, la agregación del suelo, la porosidad y aumenta la infiltración de agua y el transporte de solutos (Domínguez, 2004; citado por ROJAS, 2015).

Los dos principales grupos de microorganismos del suelo y que son importantes para la fertilidad y buen desarrollo vegetal, son las bacterias y los hongos (ORSAG, 2010), las bacterias son los microorganismos más numerosos y más pequeños del suelo.

OSORIO (2014) considera que las bacterias cumplen diversas actividades y en muchos casos son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

2.2.3. Proceso de producción de plántulas

Sembrar directamente las semillas en el campo es el método más antiguo, pero presenta alta mortandad y poco crecimiento, motivo por el cual se emplean en los viveros dos formas de producción de plantones: por reproducción sexual (utilizando semillas) o por reproducción asexual o vegetativa (FONSECA 2004).

OCAÑA (1996) manifiesta que en la sierra peruana, la propagación de plantones a partir de semillas tiene tres formas:

Mediante brinjal: Consiste en recolectar las plantitas que han germinado en forma natural (regeneración natural) directamente en el suelo debajo de los árboles.

Siembra directa: Se realiza cuando la semilla, después de haber pasado por un tratamiento pregerminativo (si es necesario), es depositada directamente en el sustrato, ya sea en las bolsas o en los tubetes y permanece allí hasta ser plantada.

Mediante almácigo: Se preparan las camas de almácigo y el sustrato, se desinfectan antes de realizar la siembra y posteriormente se repican en bolsas o platabandas.

2.3. Calidad de plantones en viveros forestales

La calidad de los plantones forestales es uno de los factores más importantes que condicionan el éxito de la plantación. Dicha calidad no es un

concepto absoluto, factores como la especie o el lugar de plantación varían ampliamente dicho concepto. Es por eso, que todo aquello que aumente las posibilidades de éxito de la planta en campo, como la consistencia del cepellón, el adecuado endurecimiento y la fertilización de la planta, será considerado como un aumento de calidad, más allá de las características fisiológicas, morfológicas o genéticas.

La especie que se cultiva. Se les exige diferentes parámetros de calidad en función al lugar de plantación y los objetivos que se busca obtener con los cultivos forestales, por ejemplo la competencia, si en la zona a reforestar existe una gran competencia herbácea, el parámetro de calidad vendrá dado por la altura de la parte aérea de la planta. Si es con fines productores o protectores. En el primer caso se le exige fuste recto y una guía principal. Por eso es importante la planificación antes de cultivar la “planta objetivo”, con el fin de establecer que parámetros de calidad deben prevalecer para producir plántones ideales previo a su establecimiento en campo definitivo.

El éxito o fracaso de las plantaciones forestales o programas de reforestación dependen en gran medida de la calidad de plantón utilizado. Una planta de calidad es aquel que es capaz de sobrevivir en el terreno definitivo con altas tasas de supervivencia y crecimiento inicial.

La calidad de planta se define como la capacidad que tienen 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). Otra definición: es la que reúne las características morfológicas y fisiológicas necesarias para sobrevivir y crecer, en las condiciones ambientales en las que será plantada (RAMÍREZ y RODRÍGUEZ, 2004).

El empleo de plántones 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 tratan de caracterizar a la planta en el momento de su establecimiento y que permitirán 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 (RODRÍGUEZ, 2008).

Para lograr plántones con mejores características morfológicas y fisiológicas es necesario el desarrollo de técnicas culturales desde el vivero, el tipo de sustrato, el contenedor a utilizar, la calidad de la semilla, el régimen de nutrición y el manejo adecuado del agua de riego, son los elementos principales para obtener planta de alta calidad y a un precio razonable. El hecho de contar con plantas resistentes al estrés por las condiciones edáficas y climáticas del sitio de plantación, con buena capacidad fotosintética y que disponga de reservas que le permitan iniciar con vigor su crecimiento en el

campo, propiciaría el fomento de bosques con calidad (Leyva, 2008; citado por SÁENZ *et al.*, 2010).

La clasificación de calidad de plantones se realiza en base a variables morfológicas y fisiológicas; entre las primeras se incluyen: la altura de la planta, el diámetro del tallo o de collar, tamaño, forma y volumen del sistema radical, la relación altura/diámetro de collar, la relación tallo/raíz, la presencia de yema terminal y micorrizas, el color del follaje y la sanidad, el peso seco de los tallos, follaje y raíz. En los atributos fisiológicos se consideran: resistencia al frío, días para que la yema principal inicie su crecimiento, índice de mitosis, potencial hídrico, contenido nutricional y de carbohidratos, tolerancia a sequía, fotosíntesis neta, micorrización y capacidad de emisión de nuevas raíces (Prieto *et al.*, 2003 y Prieto *et al.*, 2009; citados por SÁENZ *et al.*, 2010).

2.3.1. Parámetros morfológicos

Son aquellos atributos materiales, directos e inmediatamente medibles, así como atributos de respuesta o comportamiento, que hacen referencia a la reacción de la planta cuando es sometida a condiciones ambientales particulares. La morfología de la planta es la manifestación de la respuesta fisiológica de la misma a las condiciones ambientales y a las prácticas culturales del vivero, y generalmente es fácil de cuantificar (BIRCHLER *et al.*, 1998).

Los atributos morfológicos son el resultado de una serie de respuestas fisiológicas a la disponibilidad de recursos y a los tipos de estrés

durante la fase de cultivo. Lo deseable es que la planta alcance los valores máximos, lo cual implica por una parte que el desarrollo de la planta sea grande y que al mismo tiempo las fracciones aérea y radical estén equilibradas (Mexal, 1990 y Oliet, 2000; citados por COBAS *et al.*, 2001).

Los parámetros morfológicos, atributos determinados física o visualmente, son los más utilizados en la determinación de la calidad de la planta y proporcionan una comprensión más intuitiva por parte del viverista. Aun cuando se han realizado algunas investigaciones para mostrar que los criterios que adoptan estas características son importantes para evaluar el desempeño de las plantas después de su plantación en campo (GOMES *et al.*, 2002).

Entre los atributos materiales se encuentran los atributos morfológicos, como la altura, el diámetro del cuello, la biomasa (aérea y radical), la fibrosidad de las raíces, así como índices de equilibrio entre las distintas fracciones (Thompson, 1985; Mexal y Landis, 1990; citados por OROZCO *et al.*, 2010).

2.3.1.1. Altura (H)

La variable altura se relaciona con su capacidad fotosintética y su superficie de transpiración. Las plantas más altas pueden lidiar mejor con la vegetación competitiva, aunque esto implica una buena salud fisiológica y un sistema radicular adecuado. Esta variable se expresa generalmente en centímetros (cm).

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 utilidad real (MEXAL y LANDIS, 1990). Es fácil de medir pero no es muy informativa por sí sola, ofrece sólo una somera aproximación del área fotosintetizante y transpirante e ignora la arquitectura del tallo (BIRCHLER *et al.*, 1998).

Cuando las condiciones del sitio a plantar son adversas respecto a la vegetación herbácea y arbustiva que rodea al brinzal, conviene considerar que tenga una altura suficiente que le permite competir adecuadamente. Aunque la altura de las plantas debe definirse en función de las características del sitio de plantación, en general se considera que en coníferas el rango debe fluctuar entre 15 y 20 cm; sin embargo, especies con crecimiento cespitoso en sus etapas iniciales de vida, como *Pinus engelmannii*, *P. devoniana* (*P. michoacana*) y *P. montezumae*, tienen menor crecimiento en altura, por lo que la planta sale del vivero con menos de 15 cm (PRIETO *et al.*, 2009).

2.3.1.2. Diámetro basal (DB)

El diámetro a la altura del cuello es un indicador de la capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas de la planta en campo. Se estima en milímetros para efectuar relaciones a través de los diferentes índices de calidad.

Es la característica de calidad 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. Plantones con diámetro mayor a 5 mm son más resistentes al doblamiento y tolerar mejor los daños por plagas y fauna nociva, aunque esto varía de acuerdo a la especie (PRIETO *et al.*, 2003 y PRIETO *et al.*, 2009).

El diámetro permite predecir en gran medida la supervivencia de la planta en campo, especialmente cuando se incluye una estimación de la biomasa de la raíz, aparentemente el diámetro es un buen indicador del comportamiento de la altura y ambos definen la producción de biomasa de la parte aérea y la raíz. En diferentes estudios se ha encontrado que los brinzales con diámetro mayor tienen tasas de supervivencia más altas y se indica que esta aumenta de 5 a 7% por cada milímetro de incremento en el diámetro de los mismos. Una supervivencia alta (> 80%), se logra cuando las plantas tienen de 5 a 6 mm de diámetro (MEXAL y LANDIS, 1990).

2.3.1.3. Índice de esbeltez (IE) o relación altura/diámetro basal

El índice de Esbeltez (IE), es el cociente o razón entre la altura (cm) y el diámetro altura del cuello (mm). Este índice relaciona la resistencia de la planta con la capacidad fotosintética de la misma (Torral, 1997; citado por SÁENZ *et al.*, 2010).

El IE es la relación entre la altura del brinzal (cm) y el diámetro del cuello de la raíz (mm) y debe ser menor a seis; 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 (PRIETO *et al.*, 2003 y PRIETO *et al.*, 2009).

Junto con la altura y el diámetro del cuello de la raíz, la robustez se considera una característica que influye en el desempeño temprano de la plantación. Bajo condiciones favorables; la planta de mayor tamaño generalmente crece mejor que la planta más pequeña; sin embargo, una planta más grande no sobrevive tan bien como la de menor tamaño (Burdett, 1983; Thompson, 1984; Lverson, 1984 y Ritchie, 1984; citados por GARCÍA, 2007).

2.3.1.4. Relación altura/longitud de raíz (RA/LR)

Para PRIETO *et al.* (2003), éste indicador predice el éxito de la plantación y debe existir equilibrio y proporción entre la parte aérea y el sistema radicular de las plantas, por lo tanto, se tendrían bajas tasas de supervivencia en las plantaciones principalmente con la planta de mantenimiento.

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). En un componente del sistema de raíces (raíces finas) es donde se concreta la actividad de absorción de agua y nutrimentos al ser más activas y permeables, frente a las gruesas, cuya misión se concreta fundamentalmente en el anclaje de las plantas (Thompson, 1985; citado por CASTILLO, 2001).

El mejor sistema radical lo constituye una raíz principal bien conformada, sin deformaciones, abundancia de raíces laterales uniformemente repartidas y de raíces finas o fibrosas donde se da la simbiosis con las micorrizas, las cuales aumentan la superficie de la raíz para absorber agua y nutrientes. Precisamente, una forma sencilla de estimar el nivel de micorrización es a través de la superficie de las raíces finas que están cubiertas por las mismas (RODRÍGUEZ, 2008).

El desarrollo del sistema radical 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, 2008).

La inducción de un estrés hídrico moderado al final del periodo vegetativo, detiene el crecimiento en altura, mientras que el diámetro del cuello de la raíz continua creciendo, debido probablemente al crecimiento radical (LEYVA, 2008).

2.3.1.5. Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz (RBSA/BSR) o índice de Tallo-Raíz (ITR)

La producción de biomasa es importante debido a que refleja el desarrollo de la planta en vivero. El peso (biomasa aérea y radical) de la planta tiene alta correlación con la supervivencia en campo, 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 radical. El peso seco es un indicador efectivo cuando se relaciona el peso seco de la parte aérea con el peso seco del sistema radical (THOMPSON, 1985; VERA, 1995; MEXAL y LANDIS, 1990).

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 ya que valores mayores indican desproporción y la existencia de un sistema radical 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 OROZCO *et al.*, 2010).

2.3.1.6. Índice de Calidad de Dickson (ICD)

Este Índice integra la relación entre la masa seca total del plantón (g) y la suma del Índice de esbeltez (IE) y la relación parte seca aérea/parte

seca radical o Índice de Tallo-Raíz (ITR). Este Índice expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, evitando seleccionar plántones desproporcionados y descartar plántones de menor altura, pero con mayor vigor (DICKSON *et al.*, 1960). De acuerdo con estudios realizados por HUNT (1990) en coníferas, un ICD inferior a 0,15 podría significar problemas en el establecimiento de una plantación; (GARCÍA, 2007) recomienda para latifoliadas un valor de ICD de 0,2 como mínimo, para contenedores de hasta 60 ml, basado en resultados de plantaciones (Cuadro 1).

Cuadro 1. Intervalos de calidad de plánton para parámetros morfológicos en latifoliadas.

Parámetros	Variable	Calidad y rango		
		Alta	Media	Baja
	Altura (cm)	≥ 15,0	12,0 - 14,9	< 12,0
	Diámetro basal (mm)	≥ 5,0	2,5 - 4,9	< 2,5
	Relación altura/diámetro basal	< 6,0	6,1 - 7,9	≥ 8,0
Morfológicos	Relación altura/longitud de raíz	≤ 2	2,1 - 2,5	> 2,5
	Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz	1,5 - 2,0	2,1 - 2,5	> 2,5
	Índice de Calidad de Dickson	≥ 0,50	0,49 - 0,20	< 0,20

Modificado de SÁENZ *et al.* (2010) con aportaciones de SANTIAGO *et al.* (2007) y CONAFOR (2009).

Dado que ninguna de estas características podría por si solas describir la calidad de planta, Dickson *et al.* (1960), citados por PRIETO *et al.*

(1999) desarrollaron un índice de calidad que permite evaluar mejor las diferencias morfológicas entre plantas de una muestra y predecir el comportamiento en campo. Este índice es el mejor parámetro para indicar la calidad de planta, dado 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 (Fonseca *et al.*, 2002; citado por GARCÍA, 2007). Asimismo, Dickson *et al.* (1960), citados por PRIETO *et al.* (1999) sugieren que a mayor valor del índice, mejor calidad de planta.

2.3.2. Parámetros fisiológicos

Desde la década de 1950, la importancia del estado nutritivo en la calidad de los plantones ganó interés (WAKELEY, 1954). Se ha demostrado que la nutrición influye en la resistencia de los plantones al estrés fisiológico, y las enfermedades (KRAUSE y WEIS, 1991), así como la morfología, lo que determina su estado antes de que sean llevadas a campo (SUTTON, 1979; ROOK, 1991). Igual que para cualquier otro tipo de plantas, los requerimientos nutricionales de los maderables son los mismos, unos en cantidades grandes, llamados macronutrientes, tales como Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S), y otros se requieren en cantidades pequeñas llamados micronutrientes o elementos traza, entre ellos el Hierro (Fe), Cobre (Cu), Cloro (Cl), Manganeso (Mn), Boro (B), Zinc (Zn), Níquel (Ni) y Molibdeno (Mo), los cuales son absorbidos por la planta en medio líquido (agua). Además, el Carbono (C), Hidrógeno (H) y Oxígeno (O) son tomados del aire vía fotosíntesis y del agua del suelo (ALVARADO y RAIGOSA, 2007).

La medición de parámetros fisiológicos es puntual, pues se refiere al estado de la planta en el momento de realizar la medición, cambian rápidamente y su validez no se extiende más de cuatro semanas; permiten establecer diferencias en cuanto al estado de los plantones. Sin embargo, para evaluar la aptitud de un lote de plantones 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; algunos de ellos son: crecimiento potencial de la raíz, estado hídrico, nivel de nutrimentos minerales, carbohidratos de reserva e índice de daño por frío (García, 2007; citado por SAENZ *et al.*, 2010).

Las necesidades nutritivas de los plantones forestales son poco conocidas y se determinan en forma empírica o en base a las necesidades de los cultivos agrícolas y hortícolas lo que se traduce en una sobreutilización de abonos y, por lo tanto, en un incremento del costo y de la contaminación ambiental (Lerena, 2000; citado por OROZCO *et al.*, 2010).

Los nutrientes son necesarios para el desarrollo de los plantones y los requerimientos de los mismos deben ser satisfechos para que el crecimiento ocurra en forma normal, por tanto, sin la plena disponibilidad de estos para el plantón, se ocasionará deficiencias y esto disminuirá el crecimiento en general (ARISTIZÁBAL, 2003).

Si los nutrimentos no están disponibles cuando la planta los necesita, su crecimiento y productividad son afectados negativamente. Cada especie tiene requerimientos nutrimentales particulares, que le permitirán un

crecimiento y un vigor óptimo. Estos cambian de acuerdo con el crecimiento de los plántones y su desarrollo (Timmer y Armstrong, 1987; citados por BIRCHLER *et al.*, 1998).

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

En relación con el estado nutricional, un vivero forestal debería producir planta con niveles óptimos de nutrientes, ya que planta saludable tendrá mejor desempeño en la plantación que planta clorótica y achaparrada; además, estará en condiciones para soportar el estrés de plantación. El primer resultado de la deficiencia de nutrientes es la reducción en la tasa de crecimiento, la productividad disminuye sin presentarse síntomas visibles; si esta condición persiste, pueden aparecer síntomas de deficiencia y reducirse aún más el crecimiento (Landis, 1985; García, 2007; citados por SAENZ *et al.*, 2010).

El crecimiento depende de los niveles de nutrientes que puede aportar el sustrato y los que se adicionan; por ello, es importante conocer el nivel óptimo de los diferentes elementos dependiendo de la fase de crecimiento en que se encuentran los plántones. El nivel de Nitrógeno (N) en el follaje influye en la supervivencia y en el crecimiento de la plantación; se considera

que el nivel es bajo cuando es menor a 1,7%, lo que propicia que los brinzales reduzcan su crecimiento y resistencia a la sequía, cuando el nivel es excesivo rebasa el 2,3% y disminuye la supervivencia y la resistencia a la sequía (Prodefo-Sefunco, 1997; citado por SAENZ *et al.*, 2010).

El nivel de Nitrógeno (N) es diferente entre especies y en coníferas oscila entre 1,7 y 2,3% (TORAL, 1997). También, se menciona que el N oscila entre 1,3 a 3,5%, el Fósforo (P) en un rango de 0,2 a 0,6% y Potasio (K) de 0,7 a 2,5 (Cuadro 2). Para determinar el estado nutricional de la planta existen tres procedimientos: sintomatología foliar, fertilización en el vivero y análisis químico del tejido de las plantas, de los cuales éste último es el más efectivo (LANDIS, 1985).

En cuanto a la morfología de la planta, el Fósforo estimula el desarrollo del sistema radical frente al aéreo (SALISBURY y ROSS, 1994), contribuyendo a producir planta en contenedor más equilibrada (TIMMER y ARMSTRONG, 1987; OLIET, 1995; RUIZ y DOMÍNGUEZ, 1997). Asimismo, otros trabajos confirman una relación positiva entre la concentración de este elemento y la producción de nuevas raíces (BIGG y SCHALAU, 1990; DOMÍNGUEZ *et al.*, 2000; VALDECANTOS *et al.*, 2006), lo que sin duda tiene una importancia fundamental en la supervivencia.

El Potasio, después del Nitrógeno, es el elemento esencial requerido en mayores cantidades por la planta, y posee importantes funciones metabólicas. El papel más conocido de este elemento en la fisiología de la planta, en parte por la abundancia de cationes K⁺ libres, es en el ajuste

osmótico, contribuyendo a la mejora de la tolerancia de la planta al estrés hídrico y a las bajas temperaturas (SALISBURY y ROSS, 1994).

Cuadro 2. Intervalos de calidad de plantón para parámetros fisiológicos en latifoliadas.

Parámetros	Variable	Calidad y rango		
		Alta	Media	Baja
Fisiológicos	Nitrógeno (%)	1,3 - 3,5	1,1 - 1,29	< 1,1
	Fósforo (%)	0,20 - 0,60	0,19 - 0,10	< 0,10
	Potasio (%)	0,70 - 2,50	0,50 - 0,69	< 0,50
	Lignina (%)	≥ 11,33	10,0 - 11,32	< 10,0

Modificado de SÁENZ *et al.* (2010) con aportaciones de SANTIAGO *et al.* (2007) y CONAFOR (2009).

2.4. Especies forestales bajo condiciones de vivero

2.4.1. *Guazuma crinita* C. Mart

2.4.1.1. Taxonomía (CRONQUIST, 1981)

Reino : Plantae Haeckel, 1866

División : Magnoliophyta Cronquist, Takht. & Zimmerm., 1966

Clase : Magnoliopsida Cronquist, Takht. & Zimmerm., 1966

Subclase : Dilleniidae Takht., 1966

Orden : Malvales Lindl., 1833

Familia : Sterculaceae Bartling, 1830

Género : Guazuma

Especie : *Guazuma crinita*

Nombre c. : *Guazuma crinita* C. Mart.

N. Común : Bolaina, bolaina blanca

2.4.1.2. Ecología y distribución

La especie se encuentra en las zonas ecológicas de bosque húmedo premontano (bh-PM) y bosque muy húmedo subtropical (bmh-ST). El rango ecológico de resistencia se caracteriza con precipitación anual de 1800 a 2500 mm, temperatura media anual de 25 °C, localizándose en altitudes entre 0 y 1000 msnm en terrenos planos y ondulados, con pendientes suaves (INIA, 1996). Su distribución es muy amplia en el neotrópico desde Centroamérica a la región amazónica, hasta el sur de Brasil y Bolivia, mayormente hasta los 1500 msnm. En el Perú, se encuentra en la Amazonía, en los departamentos de Amazonas, Cajamarca, Huánuco, Junín, Lambayeque, Loreto, Martín, Ucayali y en la costa norte (ENCARNACIÓN, 1983).

Se le encuentra en bosques secundarios y a orillas de los ríos, a veces formando bosques naturales homogéneos. En el departamento de Ucayali se le encuentra en los bosques secundarios o purmas, alledaños a la carretera Federico Basadre y en Tournavista, también formando rodales casi puros en los márgenes de los ríos San Alejandro, Aguaytía, Pachitea, Ucayali y en las diferentes quebradas afluentes (QUEVEDO, 1994).

2.4.1.3. Crecimiento

Es una especie heliófita, característica de la vegetación secundaria temprana, muy exigente en luz, de rápido crecimiento y alto poder de regeneración. Los suelos preferidos de la bolaina son los ricos con buen drenaje, inundables temporalmente, también tolera suelos pobres con cierta deficiencia en el drenaje, pero es baja la tolerancia a la competencia. Crece en manchales, asociada con especies pioneras como *Schizolobium sp.*, *Croton sp.*, *Cecropia sp.*, entre otras. Sufre ataque de grillos que despuntan la yema principal, la misma que conduce a la bifurcación del tallo (QUEVEDO, 1994).

2.4.1.4. Manejo en vivero

La germinación de las semillas de bolaina blanca no presenta dificultad en su manejo, estas germinan a partir de la segunda semana terminando esta etapa la tercera semana, la uniformidad de la germinación depende mucho de la frescura de la semilla. Previo al almácigo se recomienda el remojo de las semillas en agua por 48 horas (CREDO, 2005).

2.4.2. *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. F. Ex.

2.4.2.1. Clasificación Taxonómica

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

División : MAGNOLIOPHYTA

Clase	: MAGNOLIOPSIDA (Dicotiledónea)
Sub-Clase	: Asteridae
Orden	: Rubiales
Familia	: RUBIACEAE
Género	: <i>Calycophyllum</i>
Especie	: <i>Calycophyllum spruceanum</i>
N. Científico	: <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth) Hook F. Ex.
N. común	: Capirona

2.4.2.2. Distribución

Calycophyllum spruceanum se encuentra en las regiones de Amazonas, San Martín, Huánuco, Loreto, Madre de Dios y Ucayali. Se encuentran en los bosques primarios y secundarios en terrenos periódicamente inundados en las formaciones ecológicas de bosques secos tropicales, en bosque húmedo tropical o bosque muy húmedo tropicales y a veces crece en comunidades o manchales llamadas capironales (FLORES, 2002).

2.4.2.3. Manejo en vivero

La propagación de esta especie se realiza por semillas sexuales, en forma natural las semillas se dispersan profusamente en los suelos inundables. La especie es muy sensible al trasplante mostrando aspectos de marchitez, tan pronto se le extrae del suelo, por lo que debe eliminarse

parcialmente las hojas y evitar el rompimiento de las raíces al momento de la colección de plántulas. Por este motivo se recomienda trasplantar a viveros de adaptación plántulas de 5 a 15 cm de altura (FLORES, 2002).

Las plántulas en vivero deben establecerse a un distanciamiento de 10 x 7 cm protegiéndolas de la luz directa, para luego ir adaptándolas gradualmente hasta el endurecimiento completo de los plantones. En estas condiciones, los plantones podrán trasplantarse con cepellón (pan de tierra) a campo definitivo cuando presentan una altura mínima de 40 cm (Flores, 2002; citado por FARRO, 2015).

2.4.3. *Swietenia macrophylla* King

Especie forestal que se ubica en el apéndice II de la Lista de especies de flora incluida en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).

2.4.3.1. Taxonomía (CRONQUIST, 1981)

Reino	: Plantae Haeckel, 1866
División	: Magnoliophyta Cronquist, Takht. & Zimmerm., 1966
Clase	: Magnoliopsida Cronquist, Takht. & Zimmerm., 1966
Subclase	: Rosidae Takht., 1966
Orden	: Sapindales Benth. & Hook., 1862
Familia	: Meliaceae Juss., 1789

Género : Swietenia. Jacq.

Especie : *Swietenia macrophylla* King

2.4.3.2. Distribución y hábitat

CATIE (2000) menciona que se distribuye naturalmente al sur de México (Oaxaca, Veracruz, Tabasco y al sur de la Península de Yucatán), en la vertiente del Atlántico en América Central desde Belice hasta Panamá, Venezuela, Colombia y parte de la amazonia en Perú y Brasil. Crece en tierras bajas tropicales entre los 9 y 1500 msnm de altitud. Alcanza mayor desarrollo a altura entre 1250 y 1500 msnm, temperaturas mayores a 24°C. La especie prefiere suelos profundos, bien drenados y ricos en materia orgánica. Su desarrollo óptimo ocurre en suelos franco-arenosos o arcillosos, fértiles, con buen drenaje interno y externo y pH entre 6,9 y 7,7.

2.4.3.3. Manejo en vivero

CATIE (2000) menciona que la germinación puede ser realizada usando como sustrato arena esterilizada. Se recomienda usar 80 g de semillas por cada metro cuadrado de germinador y cubrir las semillas con una capa fina de arena. La germinación se inicia de 5 a 15 después y cuando las plántulas alcanzan los 5 cm de altura, deben ser trasplantadas a bolsas.

2.4.4. *Cedrela odorata* L.

Especie forestal considerado en el estudio se encuentra ubicada en el apéndice III de la Lista de especies de flora incluida en la Convención sobre

el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES).

2.4.4.1. Taxonomía (CRONQUIST, 1981)

Reino	: Plantae Haeckel, 1866
División	: Magnoliophyta Cronquist, Takht. & Zimmerm., 1966
Clase	: Magnoliopsida Cronquist, Takht. & Zimmerm., 1966
Subclase	: Rosidae Takht., 1966
Orden	: Sapindales Benth. & Hook., 1862
Familia	: Meliaceae Juss., 1789
Género	: Cedrela P. Browne
Especie	: <i>Cedrela odorata</i> L.

2.4.4.2. Distribución y hábitat

Esta especie se distribuye entre 0 – 2.000 msnm desde las Indias Occidentales y norte de México hasta la Amazonía de Perú, Brasil, Bolivia, Colombia, Venezuela, las Guayanas (ENCARNACIÓN, 1983).

En el Perú habita en el bosque primario inundable y no inundable de las regiones de Cajamarca, Huánuco, Libertad, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali (ENCARNACIÓN, 1983; BRAKO y ZARUCCHI, 1993).

2.4.4.3. Manejo en vivero

INIFAP (2005) menciona que el cedro se reproduce fácilmente por semilla, la germinación ocurre de 6 a 10 días, la formación de plántula se completa de 15 a 18 días si la semilla está fresca y madura fisiológicamente. La germinación debe realizarse en charolas germinadoras o en almacigo de tierra estéril. Para una germinación más uniforme, se sumerge la semilla en agua a temperatura ambiente por 24 horas antes de la siembra. Bajo condiciones ambientales la capacidad germinativa de las semillas disminuye rápidamente después de un mes. El trasplante se realiza a partir de la aparición de las hojas verdaderas y las plántulas han alcanzado de 5 a 8 cm de altura. Las bolsas más comunes son las de polietileno negro de 18 x 30 cm, rellenas de tierra enriquecida con estiércoles o fertilizante. Después del trasplante es necesario colocar sombra durante 10 días y retirarla después para exponer las plantas a condiciones de sol. El tiempo de permanencia en vivero es de 3 a 4 meses.

2.5. Antecedentes de investigación

2.5.1. Atributos físicos

Correlacionar sólo la altura de los plantones con el comportamiento en campo, excluyendo otros parámetros, puede inducir a un error; varios estudios han concluido que la altura inicial de los plantones no se correlaciona, o lo hace de forma negativa con la supervivencia, aunque sí se correlaciona con el crecimiento en altura después de la plantación. En clima seco se encontró que la altura de los plantones de *Quercus ilex* y *P. halepensis* fue

directamente proporcional a su supervivencia, con alturas medias mínimas de 16 y 7,5 cm, respectivamente, para alcanzar supervivencias superiores al 80%; en plantaciones con el pino en clima semiárido, la supervivencia descendía con una altura media superior a 17,5 cm (CORTINA *et al.*, 1997). Por otro lado, algunos estudios han mostrado que la ventaja inicial en el tamaño de la planta permanece en el tiempo (Funk *et al.*, 1974 y Thompson, 1985; citados por BIRCHLER *et al.*, 1998).

En relación al diámetro basal, en las especies con crecimiento normal y ciclo anual el 46% son de calidad alta y 54% de calidad media; en las de mantenimiento el 100% se clasifican como de calidad alta. En las de crecimiento de hábito cespitoso y ciclo anual, el 67% son de calidad alta y 33% de calidad baja; en las de mantenimiento el 100% son de calidad alta. De acuerdo con MEXAL y LANDIS, (1990), el diámetro es la característica de calidad más importante, que permite predecir la supervivencia de la planta en campo y define la robustez del tallo por lo que se asocia con el vigor y la supervivencia de la plantación. Se menciona que 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 las especies.

2.5.2. Tamaño del sistema radical

El porcentaje de raíces finas favorece aquellos tratamientos que presentan un nivel de endurecimiento fuerte. Lo anterior está fundamentado en que la planta cuando se desarrolla en un sustrato con abundante agua disminuye el desarrollo de las raíces finas, pues no presenta limitante alguna

para absorber agua del suelo, lo mismo puede suceder cuando las condiciones de humedad son adversas en el sustrato, donde se inhibe el desarrollo de raíces finas. En *P. halepensis*, se determinó que niveles bajos o moderados de endurecimiento, no ejercen ninguna influencia sobre la capacidad de formación de nuevas raíces, pero niveles fuertes sí la inhiben (VILLAR *et al.*, 1997).

2.5.3. Interacción de variables

Para especies de crecimiento de hábito cespitoso como *P. montezumae* y *P. michoacana* se recomienda una altura de 8 a 10 cm, diámetro de collar de 5 a 8 mm, longitud de la raíz de 12 a 15 cm, una relación altura/diámetro de collar de 8 a 10 y una 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).

En abeto y pino, se determinó un ICD inferior a 0,15 lo que podría significar problemas en el establecimiento en campo y se recomienda un valor de ICD de 0,2 como mínimo, para contenedores de hasta 60 ml, basado en resultados de plantaciones (Hunt, 1990; citado por GARCÍA, 2007).

El ICD se ha empleado en especies de latifoliadas, como en *Hibiscus elatus* donde se obtuvieron valores hasta de 0,01 y también de 0,09 a 0,3 empleando el sustrato conformado con turba de musgo (25%), humus de lombriz (30%), estiércol de caballo (20%) y compost (25%) y aplicando dos riegos diarios en la especie estudiada sin fertilización (COBAS *et al.*, 2001). En

Eucalyptus, los ICD que reflejaron mayores valores correspondieron con los mejores resultados en plantación (mayor al 86%), observándose una relación directa entre la supervivencia y el ICD. El menor índice (0,01) se obtiene cuando la planta fue sometida a un nivel de endurecimiento fuerte, lo cual refleja un desbalance entre la parte aérea y la radical y/o la altura y el diámetro, expresando la baja potencialidad de la planta tanto a sobrevivir como de crecer en la plantación (LEYVA *et al.*, 2008).

2.5.4. Evaluación de la calidad de plantones forestales bajo viveros

OROZCO *et al.* (2010) evaluaron plantones producidos a los tres y cuatro meses en cuatro viveros forestales del estado de Colima, de los cuales utilizan malla de sombra, sustratos muy variados y envases de plástico tipo Copperblock y Cónico de 170 cm³ y 156 cm³ respectivamente para su producción; obteniendo porcentajes de germinación entre 75 a 95% en sus especies forestales (*Caesalpinea platyloba*, *Swietenia humilis*, *Tabebuia rosea*, *Tabebuia donnel*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocphala*, *Lysiloma acapulcensis* y *Cedrela odorata*).

OROZCO *et al.* (2010) también afirma que en los viveros que analizo existe gran diferencia en los sistemas de producción debido a las contrastantes situaciones geográficas, climáticas y socioeconómicas en las que se encuentra cada uno; y los indicadores que ayudan a determinar de manera fácil la calidad morfológica de la planta son: altura, diámetro del cuello de la raíz y el peso seco total; estas variables, correlacionadas a través de índices, describen las principales características que tiene la planta, así como los

factores que influyen en la calidad de la misma producida en cada vivero. Los mejores indicadores de calidad se reunieron en los plantones cultivados en el vivero Silvicol (*Cedrela odorata* y *Tabebuia rosea*).

SAENZ *et al.* (2010) afirman que la planta en la mayoría de los viveros que se evaluó en el distrito de Colima, tiene calidad de media a alta de las especies forestales de *Pinus pseudostrobus*, *Pinus greggi*, *Pinus oocarpa*, *Pinus michoacana*, *Pinus ayacahuite*, *Cupressu lindleyi* en cuanto a las características morfológicas agregando que existe gran variación en los sistemas de producción de plantones debido a las situaciones económicas y administrativas, especialmente por ser viveros manejados con infraestructura y cronograma específico para cumplir metas de reforestación en el distrito.

Los viveros empleados en la producción de plantones forestales en el distrito de Colima poseen charolas de poliestireno de 77 cavidades, con un volumen de 170 cm³ y bolsas de polietileno. Utilizando tierra de monte como sustratos agregándole corteza compostada o corteza de pino molida. Siguiendo la desinfección correspondiente en algunos viveros. Para finalmente aplicar fertilización foliares y riego de acuerdo con las condiciones económicas que posee el vivero como riego por aspersión (SAENZ *et al.*, 2010) asumiendo que los viveros poseen tecnología adecuada para producir plantones de calidad alta a nivel morfológico e incluso fisiológico (Contenido nutricional de los plantones).

RUEDA *et al.* (2013) evaluaron la altura de plantones en especies; *Brosimum alicastrum* 19,6 cm, *Enterolobium cyclocarpum* 15,6 cm, *Fraxinus udhei* 17,5 cm, *Hura poliandra* 43 cm a los tres meses de edad en el vivero

forestal Camichin. *Cedrela odorata* 20 cm, *Eysernhardtina polystachya* 29,2 cm, *Roseodendron donell-smithii* 14,4 cm, a los 3,5 meses de edad en el vivero forestal Inverplantas. *Roseodendron donnell* 11,5 cm, *Tabebuia rosea* 11 cm y *Swietenia humilis* 12,8 cm a los dos meses de edad en el vivero San Agustín.

OROZCO *et al.* (2010) evaluaron la altura de plántones en especies; *Tabebuia donnell* 22,5 cm, *Caesalpineia platyloba* 16,3 cm, *Swietenia humilis* 18,9 cm a los tres y cuatro meses de edad en el vivero forestal El Peregrino. *Lysiloma acapulcensis* 46,9 cm y *Leucaena leucocephala* 38,5 cm a los tres meses de edad en el vivero forestal El Guayacán. *Tabebuia rosea* 17,05 cm y *Cedrela odorata* 38,12 cm a los dos y tres meses de edad en el vivero forestal Silvicol. *Gliricidia sepium* 26,05 cm a los tres meses de edad en el vivero forestal Las Higueras.

RUEDA *et al.* (2013) evaluaron el diámetro basal de plántones en las especies de *Brosimum alicastrum* 3,8 mm, *Enterolobium cyclocarpum* 4,3 mm, *Fraxinus udhei* 3 mm, *Hura poliandra* 8,3 mm a los tres meses de edad en el vivero forestal Camichin. *Cedrela odorata* 5,9 mm, *Eysernhardtina polystachya* 4,3 mm, *Roseodendron donell-smithii* 4,4 mm, a los tres meses y medio de edad en el vivero forestal Inverplantas. *Roseodendron donnell* 3,8 mm, *Tabebuia rosea* 4,2 mm y *Swietenia humilis* 12,8 cm a los dos meses de edad en el vivero forestal San Agustín.

OROZCO *et al.* (2010) evaluaron el diámetro basal de plántones en las especies de; *Tabebuia donnell* 4,4 mm, *Caesalpineia platyloba* 4,4 mm,

Swietenia humilis 5,1 mm a los tres y cuatro meses de edad en el vivero forestal El Peregrino. *Lysiloma acapulcensis* 4,4 mm y *Leucaena leucocephala* 4,71 mm a los tres meses de edad en el vivero forestal El Guayacán. *Tabebuia rosea* 5,76 mm y *Cedrela odorata* 5,66 mm a los dos y tres meses de edad en el vivero forestal Silvicol. *Gliricidia sepium* 4,68 mm a los tres meses de edad en el vivero forestal Las Higueras.

RUEDA *et al.* (2013) determinaron el índice de esbeltez de plántones en las especies de *Brosimum alicastrum* 3,9, *Enterolobium cyclocarpum* 3,8, *Fraxinus udhei* 6, *Hura poliandra* 5,2 a los tres meses de edad en el vivero forestal Camichin. *Cedrela odorata* 3,6, *Eysernhardtina polystachya* 7, *Roseodendron donnell-smithii* 3,4, a los tres meses y medio de edad en el vivero forestal Inverplantas. *Roseodendron donnell-smithii* 3,1, *Tabebuia rosea* 2,7 y *Swietenia humilis* 2,7 a los dos meses de edad en el vivero forestal San Agustín.

OROZCO *et al.* (2010) determinaron la esbeltez de plántones en *Tabebuia donnel* 5,1, *Caesalpinea platyloba* 3,8, *Swietenia humilis* 3,7 a los tres y cuatro meses de edad en el vivero forestal El Peregrino. *Lysiloma acapulcensis* 10,8 y *Leucaena leucocephala* 8,7 mm a los tres meses de edad en el vivero forestal El Guayacán. *Tabebuia rosea* 2,99 y *Cedrela odorata* 7,36, a los dos y tres meses de edad en el vivero forestal Silvicol. *Gliricidia sepium* 5,58, a los tres meses de edad en el vivero forestal Las Higueras.

OROZCO *et al.* (2010) determinaron el índice relación tallo/ raíz en las especies de; *Tabebuia donnel* 2,3, *Caesalpinea platyloba* 2, *Swietenia*

humilis 3,9 a los tres y cuatro meses de edad en el vivero forestal El Peregrino. *Lysiloma acapulcensis* 4,63 y *Leucaena leucocephala* 1,2, a los tres meses de edad en el vivero forestal El Guayacán. *Tabebuia rosea* 2,08 y *Cedrela odorata* 2,55, a los dos y tres meses de edad en el vivero forestal Silvicol. *Gliricidia sepium* 1,36, a los tres meses de edad en el vivero forestal Las Higueras.

RUEDA *et al.* (2013) determinaron el índice relación biomasa seca aérea/ biomasa seca raíz en las especies de *Brosimum alicastrum* 2,3, *Enterolobium cyclocarpum* 2,9, *Fraxinus udhei* 6,5, *Hura poliandra* 4,4 a los tres meses de edad en el vivero forestal Camichin. *Cedrela odorata* 0,1, *Eysernhardtina polystachya* 0,1, *Roseodendron donell-smithii* 0,1, a los tres meses y medio de edad en el vivero forestal Inverplantas. *Roseodendron donnell* 2, *Tabebuia rosea* 2,3 y *Swietenia humilis* 2, a los dos meses de edad en el vivero forestal San Agustín.

SAENZ *et al.* (2010) determinaron el ICD para las especies de *Pinus michoacana* 2,50, *Pinus ayacahuite* 1,58, *Cupressus lindleyi* 1,77 en el vivero La Dieta.

RUEDA *et al.* (2013) determinaron el ICD para las especies de *Brosimum alicastrum* 0,2, *Enterolobium cyclocarpum* 0,5, *Fraxinus udhei* 0,1, *Hura poliandra* 0,5, a los tres meses de edad en el vivero forestal Camichin. *Cedrela odorata* 0,2, *Eysernhardtina polystachya* 0,2, *Roseodendron donell-smithii* 0,2, a los tres meses y medio de edad en el vivero forestal Inverplantas. *Roseodendron donnell* 0,2, *Tabebuia rosea* 0,2 y *Swietenia humilis* 0,5, a los dos meses de edad en el vivero forestal San Agustín.

RUEDA *et al.* (2012) determinaron el ICD para las especies de *Cedrela odorata* 0,2, *Leucaena leucocephalla* 0,2, *Pinus devoniana* 0,7, *Pinus douglasiana* 0,3, *Pinus greggi* 0,2, *Pinus oocarpa* 0,2, *Pinus pseudostrobus* 0,2 en el vivero forestal A1. *Cedrela odorata* 0,2, *Enterolobium cyclocarpum* 0,2, *Pinus devoniana* 0,6, *Pinus douglasiana* 0,5, *Roseodendron donell* 0,2, *Tabebuia rosea* 0,3 en el vivero forestal el Gran Pro. *Cedrela odorata* 0,2, *Cupressu lustranica* 2,7, *Enterolobium cyclocarpum* 0,4, *Leucaena leucocephala* 0,3 en el vivero forestal SEDENA.

RUEDA *et al.* (2012) determinaron el porcentaje de Nitrógeno para las especies *Cedrela odorata* 2%, *Leucaena leucocephalla* 3,2%, *Pinus devoniana* 1,4%, *Pinus douglasiana* 1,4%, *Pinus greggi* 1,3%, *Pinus oocarpa* 1,2%, *Pinus pseudostrobus* 1% en el vivero forestal A1. *Cedrela odorata* 2,6%, *Enterolobium cyclocarpum* 3,2%, *Pinus devoniana* 1,3%, *Pinus douglasiana* 1,7%, *Roseodendron donell* 3%, *Tabebuia rosea* 2,45 en el vivero forestal el Gran Pro. *Cedrela odorata* 2,4%, *Cupressu lustranica* 1,1%, *Enterolobium cyclocarpum* 2,7%, *Leucaena leucocephala* 1,2% en el vivero forestal SEDENA.

RUEDA *et al.* (2013) determinaron el porcentaje de Nitrógeno para las especies *Brosimum alicastrum* 3,5%, *Enterolobium cyclocarpum* 4,1%, *Fraxinus udhei* 2,3%, *Hura poliandra* 3,6%, a los tres meses de edad en el vivero forestal Camichin. *Cedrela odorata* 2%, *Eysernhardtina polystachya* 2,6%, *Roseodendron donell-smithii* 2%, a los tres meses y medio de edad en el vivero forestal Inverplantas. *Roseodendron donnell* 2,3%, *Tabebuia rosea* 1,8%

y *Swietenia humilis* 1,7%, a los dos meses de edad en el vivero forestal San Agustín.

RUEDA *et al.* (2012) determinaron el porcentaje de Fósforo para las especies *Cedrela odorata* 0,4%, *Leucaena leucocephalla* 0,4%, *Pinus devoniana* 0,3%, *Pinus douglasiana* 0,2%, *Pinus greggi* 0,2%, *Pinus oocarpa* 0,3%, *Pinus pseudostrobus* 0,2% en el vivero forestal A1. *Cedrela odorata* 0,7%, *Enterolobium cyclocarpum* 0,3%, *Pinus devoniana* 0,3%, *Pinus douglasiana* 0,4%, *Roseodendron donell* 0,3%, *Tabebuia rosea* 0,3% en el vivero forestal el Gran Pro. *Cedrela odorata* 0,4%, *Cupressu lustranica* 0,3%, *Enterolobium cyclocarpum* 0,6%, *Leucaena leucocephala* 0,3% en el vivero forestal SEDENA.

RUEDA *et al.* (2012) determinaron el porcentaje de Potasio para las especies *Cedrela odorata* 0,8%, *Leucaena leucocephalla* 1,6%, *Pinus devoniana* 1,1%, *Pinus douglasiana* 1%, *Pinus greggi* 0,7%, *Pinus oocarpa* 1,1%, *Pinus pseudostrobus* 1% en el vivero forestal A1. *Cedrela odorata* 2,4%, *Enterolobium cyclocarpum* 1,4%, *Pinus devoniana* 0,9%, *Pinus douglasiana* 0,9%, *Roseodendron donell* 2,8%, *Tabebuia rosea* 2,3% en el vivero forestal el Gran Pro. *Cedrela odorata* 1,1%, *Cupressu lustranica* 1,4%, *Enterolobium cyclocarpum* 1,6%, *Leucaena leucocephala* 0,9% en el vivero forestal Sedena.

SAENZ *et al.* (2010) determinaron el porcentaje de Potasio para las especies; *Pinus michoacana* 0,68%, *Pinus ayacahuite* 0,62%, *Cupressus lindleyi* 0,84%.

RUEDA *et al.* (2012) determinaron el porcentaje de Potasio para las especies; *Cedrela odorata* 0,8%, *Leucaena leucocephalla* 1,6%, *Pinus devoniana* 1,1%, *Pinus douglasiana* 1%, *Pinus greggi* 0,7%, *Pinus oocarpa* 1,1%, *Pinus pseudostrobus* 1% en el vivero forestal A1. *Cedrela odorata* 2,4%, *Enterolobium cyclocarpum* 1,4%, *Pinus devoniana* 0,9%, *Pinus douglasiana* 0,9%, *Roseodendron donell* 2,8%, *Tabebuia rosea* 2,3% en el vivero forestal el Gran Pro. *Cedrela odorata* 1,1%, *Cupressu lustranica* 1,4%, *Enterolobium cyclocarpum* 1,6%, *Leucaena leucocephala* 0,9% en el vivero forestal Sedena.

RUEDA *et al.* (2012) determinaron el porcentaje de lignina para las especies; *Cedrela odorata* 17,9%, *Leucaena leucocephalla* 10,3%, *Pinus devoniana* 25,1%, *Pinus douglasiana* 23%, *Pinus greggi* 21,5%, *Pinus oocarpa* 24,1%, *Pinus pseudostrobus* 19,7% en el vivero forestal A1. *Cedrela odorata* 13%, *Enterolobium cyclocarpum* 11,6%, *Pinus devoniana* 26%, *Pinus douglasiana* 27,9%, *Roseodendron donell* 14,1%, *Tabebuia rosea* 13,2% en el vivero forestal el Gran Pro. *Cedrela odorata* 16%, *Cupressu lustranica* 20,9%, *Enterolobium cyclocarpum* 7,2%, *Leucaena leucocephala* 27,3% en el vivero forestal Sedena.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en la finca del agricultor Fernando Valdivia Changana bajo un vivero temporal en el caserío de La Unidad como fase de campo. Él cual se encuentra ubicado en el trayecto de la carretera Fernando Belaunde Terry, tramo entre las ciudades de Aucayacu y Tocache, a 44 km de la ciudad de Aucayacu, margen izquierdo del río Huallaga.

En lo que respecta la fase de análisis morfológico y fisiológico, la investigación se realizó en la Universidad Nacional Agraria de la Selva en el Laboratorio de Suelos y el Laboratorio de Certificación de Semillas Forestales.

Políticamente, el caserío de La Unidad se ubica en el distrito de Santa Rosa de Alto Yanajanca, provincia de Marañón, región Huánuco.

Geográficamente, el caserío de La Unidad se encuentra en las coordenadas UTM: este 358799 m y norte 9045736 m; altitud de 533 msnm.

3.1.1. Zona de vida

De acuerdo con la clasificación de las zonas de vida y el diagrama bioclimático de Leslie Ranseelaer Holdridge, el distrito de Santa Rosa de Alto Yanajanca se encuentra ubicado en la formación vegetal de bosque muy

húmedo Premontano, Tropical “Transicional a bosque húmedo tropical” (bmh – PT).

3.1.2. Clima

Las condiciones climáticas que presentan de acuerdo a la Estación Meteorológica y climatológica Tulumayo: temperatura media de 23,95 °C, precipitación promedio 203,03 mm con presencia de lluvias torrenciales en meses desde enero hasta marzo; humedad relativa media de 81,72% (Anexos).

3.1.3. Descripción del lugar

En cuanto a las características del lugar, El caserío de la Unidad del distrito de Santa Rosa de Alto Yanajanca cuenta con áreas de terreno aptas para la agricultura intensiva de cultivos perennes y permanentes con calidades de suelos de media a alta. Especialmente la finca del agricultor tiene suelos franco arenosos con altas concentraciones de materia orgánica (anexos-análisis de suelos), regeneración natural de *Guazuma crinita* y *Calycophyllum spruceanum* distribuidas en todo el sitio, cultivos permanentes como *Theobroma cacao* y cultivos temporales del genero *Musa* y *Manihot*. Así como disponibilidad de agua abundante por parte de la cuenca del río Yanajanca.

3.2. Materiales, equipos, insumos y herramientas

3.2.1. Material genético

Se utilizó semillas de Bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Mart), Cedro colorado (*Cedrela odorata* L.), Caoba (*Swietenia macrophylla* King)

procedentes de la Empresa distribuidora de Semillas SEMIFOR E.I.R.L. a excepción de Capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) K. Schum) que se extrajeron plántulas procedentes de regeneración natural.

3.2.2. Materiales, equipos y herramientas

3.2.2.1. Campo

- Bolsas de polietileno de 6 pulgadas de ancho por 10 pulgadas de altura
- Regla metálica de 60 centímetros con aproximación al milímetro
- Cámara fotográfica
- Wincha de 5 metros
- GPS Garmin
- Laptop
- Vernier mecánico o pie de rey de 20 cm

3.2.2.2. Laboratorio

- Balanza analítica
- Estufa de laboratorio
- Navaja para seccionamiento de plantas
- Bolsas de papel

3.2.3. Diseño y muestreo

3.2.3.1. Diseño

Se acomodó los plántones de grupos de 130 por grupo y en caso de las especies se utilizó dos grupos, alcanzando un total de 1040 plántones en toda la parcela de estudio (Figura 1).

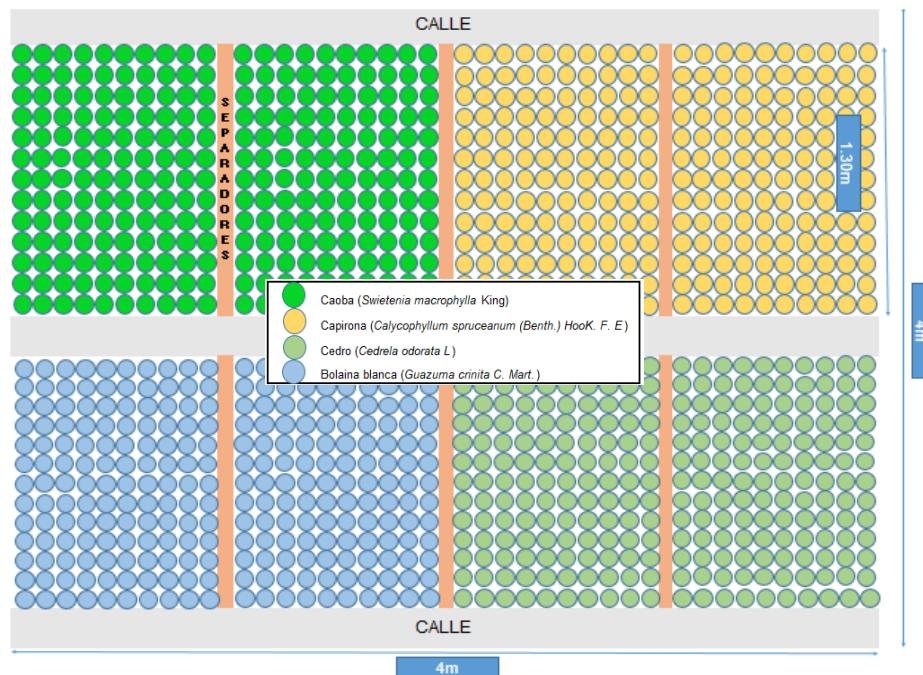


Figura 1. Diseño de la distribución de plántones forestales en un vivero temporal.

3.2.3.2. Muestreo estadístico

– Parámetros morfológicos

Se produjeron 260 plántones por cada especie forestal, generando un total de 1040 plántones en las cuatro especies forestales. Considerando que

se determinó y estimó los parámetros morfológicos de altura total, diámetro del tallo e índice de esbeltez, para 100 de los plantones forestales por especie en evaluación.

Y así también considerando la extracción de 10 plantones de cada especie forestal para su evaluación mensual en lo que respecta a los parámetros morfológicos restantes (RA/LR, RBSA/BSR, ICD).

– Parámetros fisiológicos

En lo que respecta a los atributos fisiológicos se seleccionaron en el vivero temporal 15 plantones aleatoriamente por cada especie forestal, de los cuales se sacó tres muestras de 30 gramos de follaje y tallo seco como unidad muestral (OROZCO *et al.*, 2010) para su posterior evaluación (N, P, K, Lignina).

3.3. Metodología

3.3.1. Fase de campo

3.3.1.1. Construcción de viveros temporales

Se construyó un vivero temporal con los materiales disponibles en la finca u otros materiales complementarios disponibles por parte del agricultor. Como postes de madera de *Calycophyllum spruceanum* extraídos de regeneración natural, cañas, malla raschell, entre otros materiales necesarios que complementen a la construcción del vivero.

3.3.1.2. Germinación de semillas

Una vez adquiridas las semillas forestales, se aplicó los tratamientos pregerminativos del tipo físico (remojo en agua durante 24 horas) a las semillas de *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata*, ningún tratamiento pregerminativo a las semillas de *Guazuma crinita* y *Calycophyllum spruceanum*, siguiendo las recomendaciones de la ficha técnica. Así mismo se preparó las camas de almácigo de 1 metro de ancho x 1,5 metros largo x 15 centímetros de alto para cada especie, utilizando tierra de monte (purmas altas) como sustrato. En esta cama las plántulas estuvieron por un periodo de 15 a 45 días, en función a la especie forestal y sus pares de hojas que se iban desarrollando.

3.3.1.3. Preparación del sustrato, llenado de bolsas y repique

– Preparación del sustrato

Con la tierra de monte extraída del sitio, exactamente tierra extraída de purmas altas (capa superficial aproximadamente de 10 centímetros) se mezcló y se procedió a zarandeo dicho sustrato hasta obtener una mezcla homogénea.

– Llenado de bolsas

Se procedió con el llenado de bolsas negras de polietileno de 6" x 10", obteniendo un total de 1000 bolsas llenas de sustrato (250 para especie

forestal). El llenado se realizó con mucho cuidado, para que finalmente pase al acondicionamiento en la cama de cría o repique.

– Repique

Cuando las plántulas ya contaron con dos pares de hojas verdaderas; se procedió a realizar el repique de dichas plántulas en las bolsas con su respectivo sustrato, exactamente cuando las plántulas de Cedro colorado tenían entre 3 a 4 cm, Caoba de 4 a 5 cm, Bolaina blanca 2 a 3 cm y Capirona de 2 a 3 cm aproximadamente. Dicha actividad se realizó por las mañana.

3.3.1.4. Labores silviculturales

– Control de malezas

Esta actividad consistió en retirar las malezas (hierbas) que crecen alrededor de la cama de cría y en medio de los plantones, esto se realizó periódicamente para evitar la competencia por espacio y nutrientes durante el tiempo del estudio.

– Riego

Esta actividad se realizó manualmente con la ayuda de un regadero en horas de la mañana todos los días para controlar el estrés, verificando siempre el contenido de agua en las bolsas de polietileno por las condiciones climáticas.

– **Endurecimiento**

Esta actividad consistió en acondicionar a los plántones a un estrés hídrico, riego menos prolongado y niveles de sombra menores a lo que normalmente se utiliza en vivero (60%) durante un mes aproximadamente. Quedando al aire libre los plántones forestales para adaptarse al medio actual donde serán establecidos.

3.3.2. Evaluación

3.3.2.1. Parámetros morfológicos

Se midió cada quince días, atributos morfológicos como altura y diámetro, durante 120 días, aproximadamente 4 meses.

– **Altura (cm)**

La altura de los plántones se midió con la ayuda de una regla metálica desde la base del tallo hasta el ápice de los plántones.

– **Diámetro (mm)**

El diámetro de los plántones se midió con la ayuda de vernier mecánico sobre la base al cuello de la raíz de los plántones (nivel del sustrato).

– **Índice de esbeltez (IE) o relación altura/diámetro basal**

El Índice de esbeltez se determinó en función a la altura y el diámetro evaluado en fase de vivero, considerando la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{diametro altura del cuello (cm)}} \dots\dots\dots (1)$$

Se trasladó los plántones forestales clasificados por especie a la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). Al Laboratorio de Certificación de Semillas Forestales de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, para realizar la determinación de parámetros morfológicos y fisiológicos como se muestra a continuación.

En lo que respecta a los parámetros morfológicos se evaluó la evolución de los atributos e índices de calidad morfológica en función al tiempo (mensual). A si también se determinó dichos atributos e índices previos a su establecimiento en campo definitivo.

– Relación altura/longitud de raíz (RA/LR)

La longitud radicular se evaluó de los plántones muestreados, limpiando las plantas forestales al separarlas del sustrato en bolsa. Se midió con la ayuda de una regla metálica graduada desde el cuello de la raíz hasta la base de la raíz en donde culmine. Para luego reemplazar estos valores con su respectiva altura en la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Longitud de raíz (cm)}} \dots\dots\dots (2)$$

– Biomasa húmeda de la parte aérea y sistema radical

Se separaron ambas partes (aérea y radicular) con una tijera de podar y se pesó por separado en una balanza digital. Posteriormente se colocó

cada parte o componente por separado en un sobre de papel. Es decir, en cada sobre fue colocada la parte aérea de las plantas clasificadas por especie, procediendo de manera similar con la parte radical.

– **Biomasa en seca de la parte aérea y del sistema radical**

Una vez obtenido el peso húmedo y clasificado las muestras por especie, se llevaron a la estufa a una temperatura de 70 °C. Transcurridas 72 horas se registró el primer peso seco, obteniendo un peso seco constante 24 horas más tarde (96 horas en estufa).

– **Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz (RBSA/BSR) o índice de Tallo-Raíz (ITR)**

Esta relación o ITR se determinó en función a la biomasa seca tanto de la parte aérea como la biomasa de la parte radical de los plantones muestreados, considerando la siguiente fórmula:

$$R \frac{BSA}{BSR} = \frac{\text{Biomasa seca aerea (gramos)}}{\text{Biomasa seca raíz (gramos)}} \dots\dots\dots (3)$$

– **Índice de Calidad de Dickson (ICD)**

Una vez determinado los anteriores atributos morfológicos y físicos, se reemplazaron en el siguiente índice:

$$ICD = \frac{\text{Peso seco total de la planta (gramos)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diametro a la altura del cuello (mm)}} + \frac{\text{Peso seco aéreo (gramos)}}{\text{Peso seco raíz (gramos)}}} \dots (4)$$

A su vez, también se puede expresar la fórmula como:

$$\text{ICD} = \frac{\text{Peso seco total de planta (gramos)}}{\text{Indice de robustez} + \text{Relación } \frac{\text{biomasa seca aérea}}{\text{biomasa seca raíz}}} \dots\dots (5)$$

3.3.2.2. Parámetros fisiológicos

Previo al establecimiento en campo definitivo (final del crecimiento y desarrollo vegetativo de los plántones), se trasladó los plántones forestales a la Universidad Nacional Agraria de la Selva, tanto al Laboratorio de Suelos y Laboratorio de Fotoquímica para los respectivos análisis fisiológicos:

En lo que respecta a los atributos fisiológicos se seleccionaron en el vivero temporal 15 plántones aleatoriamente por cada especie forestal, de los cuales se sacó tres muestras de 30 gramos de follaje y tallo seco como unidad muestral (OROZCO *et al.*, 2010) para su posterior evaluación (N, P, K, Lignina).

– Nitrógeno (%)

Una vez separadas las muestras de follaje (hojas) se procedió a realizar la determinación del porcentaje de Nitrógeno mediante el método de Kjendhal, que consiste en la digestión y destilación de los compuestos nitrogenados de una muestra (hojas) a elevadas temperaturas.

– Fósforo (%)

Se determinó el porcentaje de Fósforo en las muestras de follaje (hojas) mediante el método Metavanadato (Espectro UV visible – Thermo

Scientific usa), que consiste en la obtención de un extracto mediante elevadas temperaturas, disolución, filtración y lecturas en el espectrofotómetro.

– **Potasio (%)**

Se determinó el porcentaje de Potasio en las muestras de follaje (hojas) por método del espectrofotómetro de absorción atómica.

3.3.2.3. Calificación de la calidad de plántones forestales en función a los parámetros morfológicos y fisiológicos

Siguiendo la metodología de SAENZ *et al.* (2010), el cual afirma que de forma individual, la utilización de parámetros morfológicos o fisiológicos presenta limitantes para predecir la supervivencia y crecimiento de las plantas en los sitios de plantación, por lo tanto, se determinó su calidad reclasificándolas de acuerdo a las siguientes características por especie y previo a su establecimiento en campo definitivo (120 días), cuatro meses aproximadamente de edad.

Calidad Alta: Son los plántones que presentan ausencia absoluta de características indeseables, es decir, que las variables evaluadas se calificaron como de calidad alta (A), aunque se acepta hasta dos valores con calidad media (M), pero en ningún caso valores con calidad baja (B).

Calidad Media: Se aceptan hasta tres valores de calidad media (M) y una variable con calificación de calidad baja (B).

Calidad Baja: Son aquellos plantones que presentan dos o más valores de calidad baja (B), es decir, son plantas que tendrán una baja supervivencia y reducido desarrollo en los sitios de plantación.

IV. RESULTADOS

4.1. Parámetros morfológicos

4.1.1. Altura (H)

En la Figura 2 se observa las curvas de crecimiento acumulado para cada especie forestal en función al tiempo de evaluación, observando comportamientos particulares para cada una de ellas, así como mostrando curvas con mayor crecimiento en altura para *Cedrela odorata* (44,35 cm) y *Guazuma crinita* (47,01).

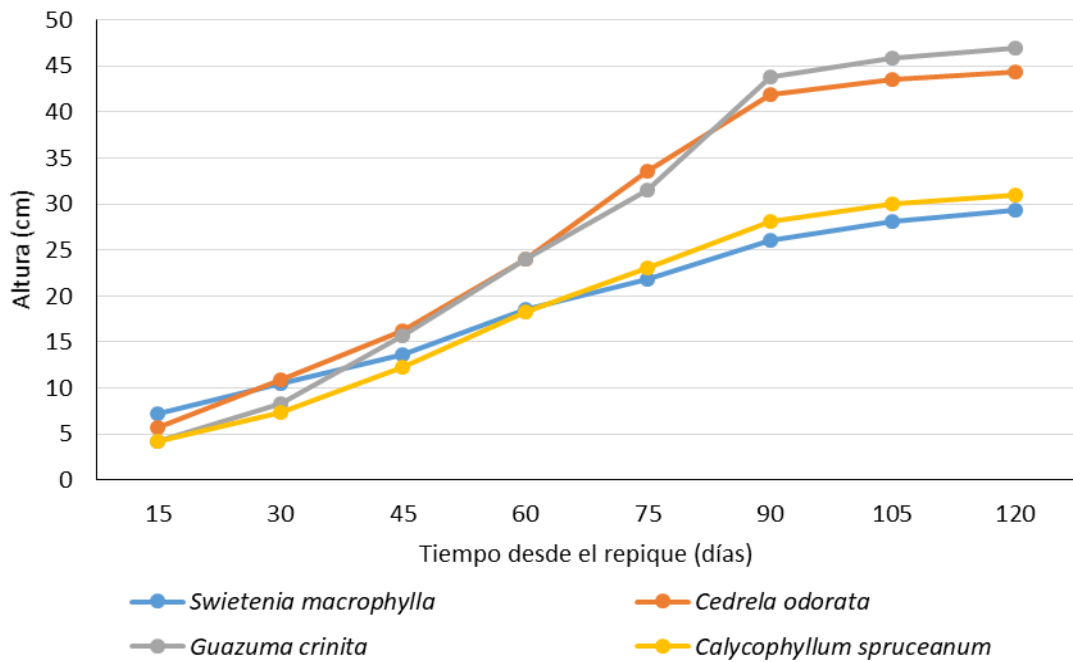


Figura 2. Crecimiento acumulado de la altura evaluada en función al tiempo (días) de los plantones forestales de cuatro especies forestales.

En el Cuadro 3 y Cuadro 4 se observa las medidas de tendencia central y de dispersión para la variable altura en función a las cuatro especies forestales en evaluación. Lo que demuestra valores adecuados para este atributo morfológico y su crecimiento longitudinal óptimo de las plantas forestales bajo un vivero temporal y en las condiciones de un productor rural. Detallando que las especies ya contaban con alturas mayores a 12 centímetros a partir de los 45 días del repique, mostrando un crecimiento en altura ideal.

A pesar de haberse repicado a la *Swietenia macrophylla* con una altura inicial superior a las demás tres especies, se observa que el valor promedio al mes de repicado fue superado por *Cedrela odorata* con una media de 10,96 cm, mientras que en caso de la medición realizada a los 45 días de repicado indica que hubo otra especie adicional que le superó en altura total debido a su rápido crecimiento como es el caso de la *Guazuma crinita* que alcanzó una media de 15,62 cm en comparación de 13,64 en *Swietenia macrophylla* (Cuadro 3).

Se reportó plántones con alturas menores a 30 cm en las especies de *Swietenia macrophylla* y *Calycophyllum spruceanum* con las cuales a pesar de contar con una edad de 120 días posteriores al repique no se encontraban superando la dimensión mencionada, mientras que en caso de los plántones más altos se reportó *Guazuma crinita* que reportó como el valor máximo una dimensión de 60.24 cm el cual se expresó por su rápido crecimiento de esta especie, en caso de la *Cedrela odorata* también se encontró al menos un individuo que presentaba la altura de 58.60 cm (Cuadro 4).

Cuadro 3. Evaluación de la altura de plantones forestales en función al tiempo.

Especie forestal	Evaluación de la altura (días)															
	15		30		45		60		75		90		105		120	
	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%
<i>Swietenia macrophylla</i>	7,28	12,63	10,45	14,29	13,64	16,52	18,53	9,34	21,77	8,64	26,04	8,67	28,14	6,34	29,32	6,98
<i>Cedrela odorata</i>	5,76	6,54	10,96	10,95	16,24	14,58	24,02	24,64	33,64	17,39	41,93	15,63	43,54	12,69	44,35	10,12
<i>Guazuma crinita</i>	4,20	5,97	8,28	14,58	15,62	16,23	24,06	17,35	31,54	12,47	43,77	10,33	45,91	9,22	47,01	7,31
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	4,18	22,36	7,34	27,35	12,25	22,67	18,25	18,68	23,05	16,35	28,08	15,24	29,98	13,68	31,04	12,63

CV: Coeficiente de variación expresado en porcentaje.

Cuadro 4. Evaluación de la altura de plantones forestales expresada a través de sus valores máximos y mínimos en el tiempo.

Especie forestal	Evaluación de la altura (días) expresada en valores máximos y mínimos															
	15		30		45		60		75		90		105		120	
	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min
<i>Swietenia macrophylla</i>	10,32	5,00	13,15	8,1	16,54	11,36	21,44	15,54	25,33	18,63	30,14	23,94	34,62	25,31	36,28	26,18
<i>Cedrela odorata</i>	7,23	4,32	12,54	9,54	17,94	14,36	27,42	21,36	37,69	28,45	46,32	30,15	53,14	32,5	58,6	34,5
<i>Guazuma crinita</i>	6,34	2,36	10,54	6,54	16,69	14,2	30,24	17,96	40,32	24,96	48,68	31,24	53,64	34,68	60,24	36,5
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	6,74	2,84	9,44	5,23	14,33	10,25	22,36	14,36	27,62	19,74	32,14	26,34	34,67	27,61	36,28	27,47

Val. Max: Valor máximo

Val. Min: Valor mínimo.

4.1.2. Diámetro basal (DB)

Se evaluó el diámetro promedio de los plántones en cuatro especies forestales en función al tiempo, obteniendo un crecimiento diferente para cada especie a los 120 días de repique; *Swietenia macrophylla* (5,02 mm), *Cedrela odorata* (9,43 mm), *Guazuma crinita* (6,39 mm), *Calycophyllum spruceanum* (6,19 mm). Mostrando mayor diámetro la especie de *Cedrela odorata* y menor para *Swietenia macrophylla*. Hubo comportamientos particulares para cada una de las especies en estudio, así como mostrando curvas con mayor crecimiento en diámetro basal para *Cedrela odorata* y *Guazuma crinita*. Sin embargo las especies de *Calycophyllum spruceanum* y *Swietenia macrophylla* muestran un menor crecimiento (Figura 3).

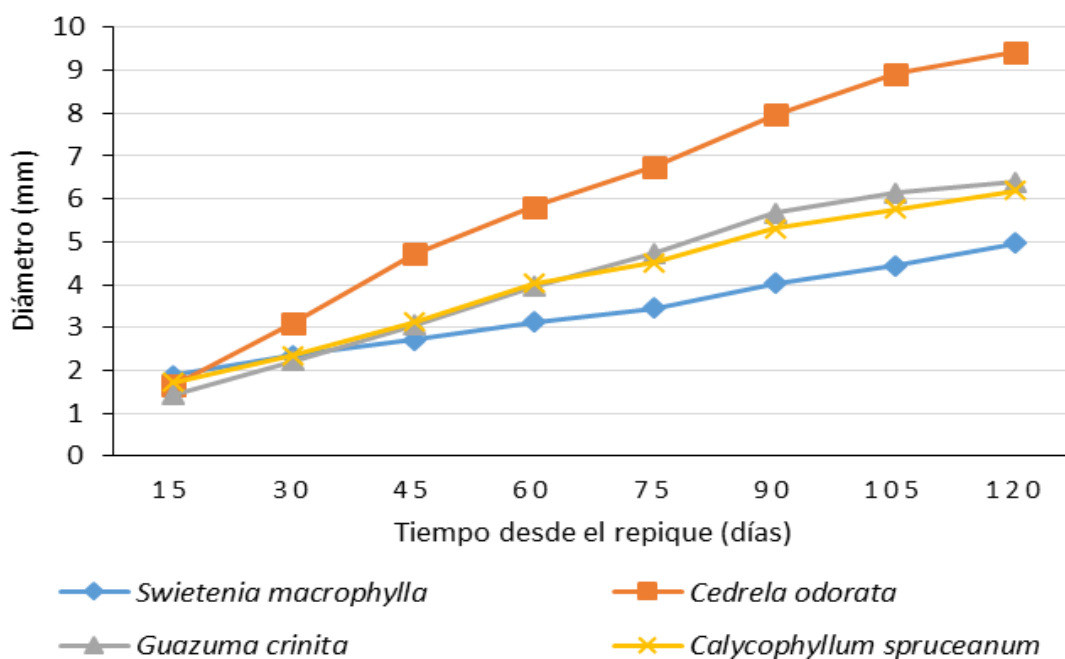


Figura 3. Crecimiento acumulado del diámetro basal evaluado en función al tiempo (días) de los plántones forestales de cuatro especies forestales.

En el Cuadro 5 y Cuadro 6 se observa las medidas de tendencia central y de dispersión para la variable altura. Lo que demuestra valores adecuados mayores a 2.5 mm, para este atributo morfológico y un engrosamiento adecuado de los plantones forestales bajo un vivero temporal y en las condiciones de un productor rural.

A los 15 días posteriores al repique los plantones de *Guazuma crinita* presentaban solo 1,44 mm de diámetro promedio que representaba en menor valor, mientras que en caso de *Swietenia macrophylla* se determinó que la media fue la mayor de todas con un valor de 1,88 mm, estos resultados fueron variando respecto al tiempo de medición debido a que a los 30 días de repique se reporta a *Cedrela odorata* con la máxima media de 3,11 mm y en caso de *Guazuma crinita* presentaba el menor valor promedio con 2,23 mm, en adelante hubo una mejora considerable del diámetro en las especies en estudio reportándose que a partir de los 45 días de repique se encontró mejores diámetros en *Cedrela odorata* y los menores promedios lo representó *Swietenia macrophylla*, dicho comportamiento se mantuvo hasta los 120 días de repicado que perduró la investigación (Cuadro 5).

A 15 días de repique se encontró plantones muy delgados como es el caso de *Guazuma crinita* en donde se registró un individuo con una medida de 0,82 mm, pero debido a las particularidades de esta especie se incrementó los valores hasta los 120 días que perduró el estudio, además, se encontró que con cuatro meses de edad, los menores diámetros se observó en *Swietenia macrophylla* mientras que los mejores lo obtuvo *Cedrela odorata* (Cuadro 6).

Cuadro 5. Evaluación del diámetro de plántones forestales en función al tiempo.

Especie forestal	Evaluación del diámetro basal (días)															
	15		30		45		60		75		90		105		120	
	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%
<i>Swietenia macrophylla</i>	1,88	9,54	2,35	12,69	2,72	8,63	3,12	12,03	3,45	8,22	4,04	7,32	4,45	9,67	4,97	10,38
<i>Cedrela odorata</i>	1,65	4,58	3,11	10,54	4,72	11,6	5,82	14,36	6,75	12,64	7,96	8,32	8,93	6,69	9,43	5,41
<i>Guazuma crinita</i>	1,44	6,78	2,23	14,63	3,05	13,33	3,96	12,36	4,74	9,36	5,67	7,32	6,15	8,68	6,39	7,16
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	1,72	8,45	2,35	15,36	3,13	17,36	4,03	19,32	4,52	7,65	5,32	8,63	5,76	7,65	6,19	9,33

CV: Coeficiente de variación expresado en porcentaje.

Cuadro 6. Evaluación del diámetro de plántones forestales expresada a través de sus valores máximos y mínimos en el tiempo.

Especie forestal	Evaluación del diámetro (días) expresada en valores máximos y mínimos															
	15		30		45		60		75		90		105		120	
	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min
<i>Swietenia macrophylla</i>	2,1	1,2	2,96	1,72	3,26	2	3,48	2,68	4	2,9	4,64	3,08	5,32	3,48	6,25	3,74
<i>Cedrela odorata</i>	2,12	1,14	3,42	2,68	4,82	3,68	6,24	4,9	7,26	5,88	8,57	6,94	9,42	7,96	10,4	8,14
<i>Guazuma crinita</i>	1,98	0,82	2,98	1,38	3,42	2,26	4,18	3,2	5,2	4,2	6,34	4,98	7,2	5,16	7,63	5,23
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	2,02	1,36	3,22	1,48	3,64	2,48	4,22	3,84	4,92	4,36	5,78	5	6,24	5,1	6,97	5,14

Val. Max: Valor máximo

Val. Min: Valor mínimo.

4.1.3. Índice de esbeltez (IE)

Se determinó el IE promedio de los plántones en cuatro especies forestales en función al tiempo, obteniendo tendencias similares en todas las especies forestales en evaluación a los 15 días. Así también se observa un crecimiento diferente para cada especie durante el periodo de evaluación, obteniéndose mayores tendencias para la *Guazuma crinita* y menores para *Cedrela odorata*, considerando que la real importancia de esta evaluación radica en conocer el IE, previo al establecimiento en campo definitivo (120 días), así como la proporcionalidad de la altura con diámetro basal de los plántones forestales y a menores valores mejores características de proporcionalidad (Figura 4).

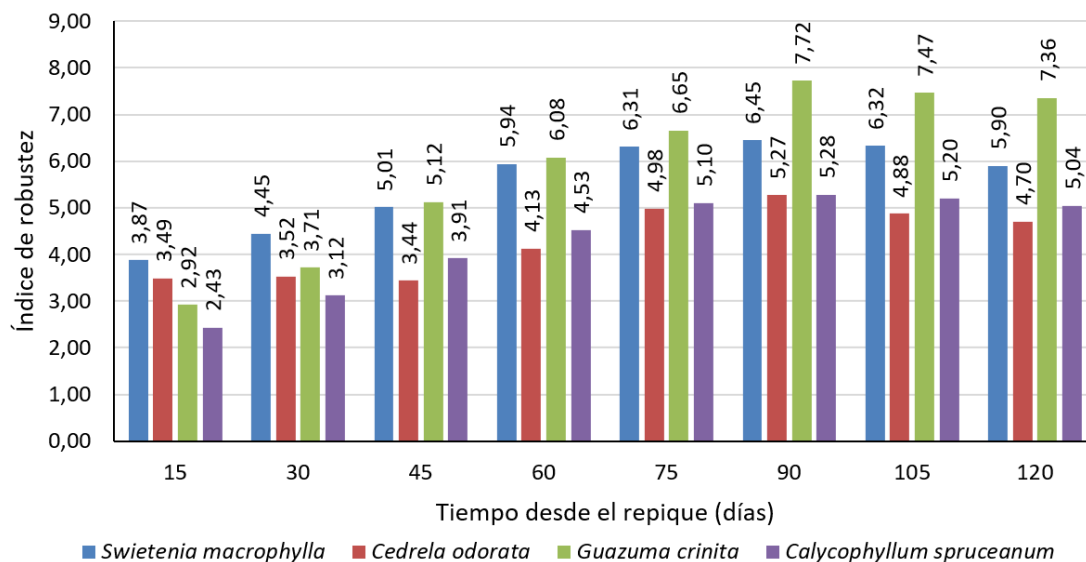


Figura 4. Índice de esbeltez en función al tiempo (días) de los plántones forestales de cuatro especies forestales.

En el Cuadro 7 y Cuadro 8 se observa las medidas de tendencia central y de dispersión para el índice de esbeltez en función a las cuatro

especies forestales en evaluación. Lo que demuestra valores adecuados para este atributo morfológico de calidad de las plantas forestales bajo un vivero temporal; valores menores a 7,9, reflejando proporcionalidad entre las alturas y los diámetros de los plantones a los 120 días en todas las especies a excepción de *Guazuma crinita*.

El índice de esbeltez fueron de calidad alta (<6,0) para los cuatro especies forestales en estudio hasta los 45 días posteriores al repique, mientras que a los 60 días de repicado se observa que *Guazuma crinita* reportó una media de 6,08 con la cual refleja que a este tiempo de repicado los plantones de esta especie empiezan a competir por espacio y luz generando que la altura se incremente de manera desmedida y el diámetro del tallo se mantenga, este comportamiento se observó hasta los 120 días de repicado en donde los plantones fueron mucho más altos y el diámetro se incrementó muy poco generando plantones etiolados en muchos casos debido a que la media del índice de esbeltez o robustez fue de 7,36, mientras que en caso de la *Calycophyllum spruceanum* se obtuvo una media de 4,7 con la cual indica que fueron los plantones más robustas (Cuadro 7).

A los 15 días de repicado se encontró un individuo perteneciente a la especie *Cedrela odorata* un con un índice de esbeltez de 4,98 lo cual pudo haber logrado dicho valor debido a que en la cama de almácigo pudo estar compitiendo entre otros individuos y por ello pudo lograr un poco mayor altura y poco diámetro; en caso de *Guazuma crinita* se observó plantones etioladas debido a que hubo un valor de esbeltez que fue 9,70 (Cuadro 8).

Cuadro 7. Evaluación del índice de esbeltez de plantones forestales en función al tiempo.

Especie forestal	Evaluación del Índice de esbeltez (días)															
	15		30		45		60		75		90		105		120	
	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%	Media	CV%
<i>Swietenia macrophylla</i>	3,87	8,64	4,45	12,64	5,01	14,32	5,94	16,32	6,31	14,36	6,45	12,47	6,32	13,37	5,9	11,85
<i>Cedrela odorata</i>	3,49	6,64	3,52	9,21	3,44	13,64	4,13	10,44	4,98	12,37	5,27	13,99	4,88	14,37	4,7	12,44
<i>Guazuma crinita</i>	2,92	8,64	3,71	10,32	5,12	13,44	6,08	15,11	6,65	17,65	7,72	13,35	7,47	14,66	7,36	14,08
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	2,43	14,36	3,12	17,32	3,91	17,67	4,53	21,36	5,1	22,45	5,28	17,63	5,2	13,47	5,04	10,91

CV: Coeficiente de variación expresado en porcentaje.

Cuadro 8. Evaluación del índice de esbeltez de plantones forestales a través de sus valores máximos y mínimos en el tiempo.

Especie forestal	Evaluación del Índice de esbeltez expresada en valores máximos y mínimos															
	15		30		45		60		75		90		105		120	
	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min
<i>Swietenia macrophylla</i>	4,86	2,78	5,48	3,64	6,12	4,23	7,13	4,67	7,15	5,97	7,11	6,2	7,26	6,26	8,1	4,56
<i>Cedrela odorata</i>	4,98	2,26	4,32	2,98	4,21	2,94	5,32	3,14	6,11	4	6,25	4,36	5,63	4,2	6,93	3,92
<i>Guazuma crinita</i>	3,66	2,17	4,55	3,24	5,97	4,39	6,74	5,29	7,26	6,21	8,68	6,87	9,21	6,37	9,7	5,42
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	3,19	1,94	3,94	2,67	4,26	3,66	5,47	4,11	6,11	4,23	6,11	4,48	6,35	5,2	6,68	4,05

Val. Max: Valor máximo

Val. Min: Valor mínimo.

4.1.4. Relación altura/longitud de raíz (RA/LR)

Se determinó la RA/RE de los plantones en cuatro especies forestales en función al tiempo. Observándose una relación diferente para cada especie durante la evaluación, mostrando mayores tendencias para *Guazuma crinita* y *Cedrela odorata* menores para *Swietenia macrophylla* y *Calycophyllum spruceanum* en cuanto al promedio y mayor homogeneidad en las especie *Swietenia macrophylla* (9,62) y *Guazuma crinita* (10,20) mediante el coeficiente de variación (CV %), considerando que la real importancia de esta evaluación radica en conocer la RA/RE, previo al establecimiento en campo definitivo (120 días), así como la proporcionalidad de la parte área con la parte radicular de los plantones forestales (Figura 5).

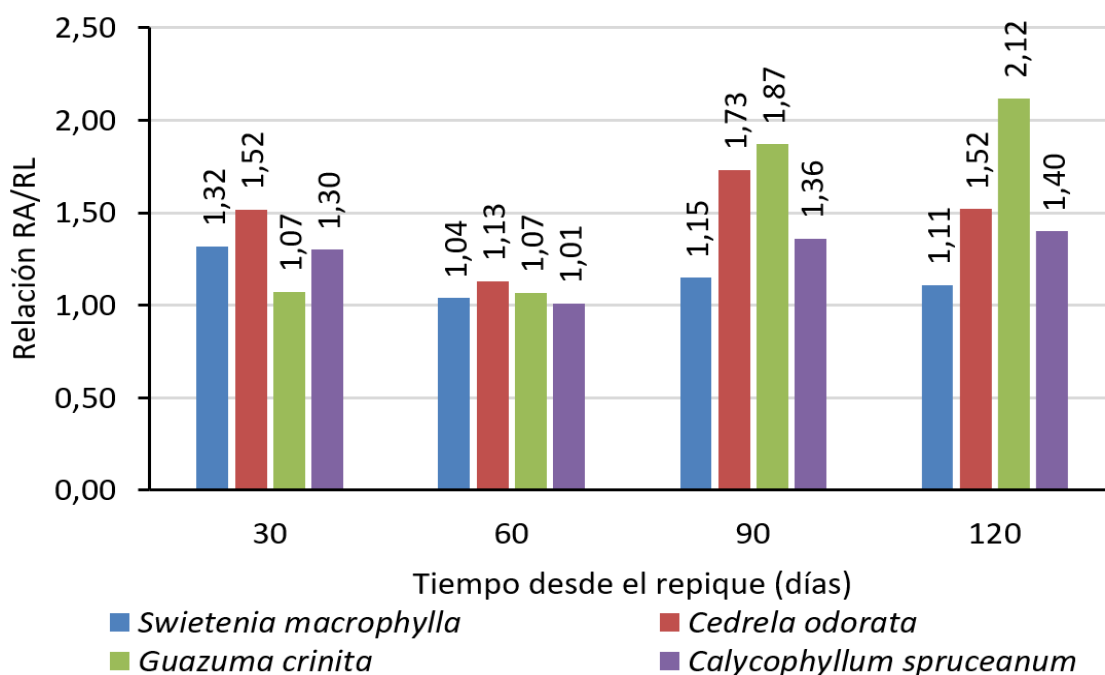


Figura 5. Relación altura/longitud de raíz, en función al tiempo (días) de los plantones de cuatro especies forestales.

En el Cuadro 9 y Cuadro 10 se observa las medidas de tendencia central y de dispersión para la relación altura/ longitud de raíz de los plantones. Lo que demuestra valores adecuados para este atributo morfológico de calidad de las plantas forestales bajo un vivero temporal. Valores menores a 2,5, reflejando proporcionalidad entre las alturas y los diámetros de los plantones a los 120 días en todas las especies a excepción de *Guazuma crinita*.

Al mes de repicado, los plantones de *Cedrela odorata* registraron mayor longitud en comparación a la longitud radicular debido a que el valor promedio de dicha relación fue 1,52, comportamiento que se mantuvo hasta los 60 días de repicado debido que a partir de los 90 días se encontró una media de 1,87 de dicha relación para la especie *Guazuma crinita* posiblemente atribuida al gran tamaño que presentaban el tallo, este comportamiento fue incrementándose hasta que a los 120 días de repicado se encontró que los plantones presentaban una altura total correspondiente al doble de la longitud del sistema radicular (Cuadro 9).

Considerando los valores extremos de cada plantón en estudio, se tiene que en *Guazuma crinita* se encontró individuos que presentaban mayor sistema radicular que altura a los 30 días de repicado y en caso del plantón más alto obtenido fue un individuo que medía 1,31 veces más que el sistema radicular que presentaba; en caso de *Guazuma crinita* y *Cedrela odorata* se encontró que a partir de los 90 días de repicado hubo plantones que su longitud en altura total superaba en dos veces a la longitud del sistema radicular (Cuadro 10).

Cuadro 9. Evaluación de la relación altura/longitud de raíz de los plantones forestales en función al tiempo.

Especie forestal	Evaluación de la relación altura/longitud de raíz - días							
	30		60		90		120	
	Media *	CV (%)	Media *	CV (%)	Media *	CV (%)	Media *	CV (%)
<i>Swietenia macrophylla</i>	1,32 ± 0,06	15,51	1,04 ± 0,05	16,63	1,15 ± 0,05	12,77	1,11 ± 0,03	9,62
<i>Cedrela odorata</i>	1,52 ± 0,1	21,56	1,13 ± 0,07	19,97	1,73 ± 0,09	16,31	1,52 ± 0,09	18,99
<i>Guazuma crinita</i>	1,07 ± 0,05	15,49	1,07 ± 0,05	15,73	1,87 ± 0,08	13,79	2,12 ± 0,07	10,2
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	1,3 ± 0,05	13,07	1,01 ± 0,03	7,9	1,36 ± 0,07	17,13	1,4 ± 0,09	21,13

CV: Coeficiente de variación expresado en porcentaje.

Media * ± Error muestral.

Cuadro 10. Evaluación de la relación altura/ longitud de raíz de plantones forestales a través de sus valores máximos y mínimos en el tiempo.

Especie forestal	Evaluación de la relación altura/longitud de raíz - días							
	30		60		90		120	
	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min
<i>Swietenia macrophylla</i>	1,73	1,06	1,32	0,76	1,43	1	1,25	0,93
<i>Cedrela odorata</i>	2,03	1,09	1,51	0,89	2,19	1,31	2,18	1,18
<i>Guazuma crinita</i>	1,31	0,81	1,34	0,82	2,24	1,49	2,37	1,67
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	1,55	1,03	1,15	0,85	1,71	0,95	1,89	0,99

Val. Max: Valor máximo

Val. Min: Valor mínimo.

4.1.5. Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz (RBSA/BSR)

Se determinó la RBSA/BSR promedio de los plantones en cuatro especies forestales en función al tiempo, obteniendo tendencias diferentes en todas las especies forestales en evaluación a los 30 días. Así también se observa diferentes relaciones para cada especie durante el periodo de evaluación, obteniéndose mayores tendencias para la *Swietenia macrophylla* y *Calycophyllum spruceanum*, así como menores para *Guazuma crinita* y *Cedrela odorata* considerando que la real importancia de esta evaluación radica en conocer la RBSA/BSR, previo al establecimiento en campo definitivo (120 días), así como la proporcionalidad de la parte aérea con la parte radicular de los plantones forestales (Figura 6).

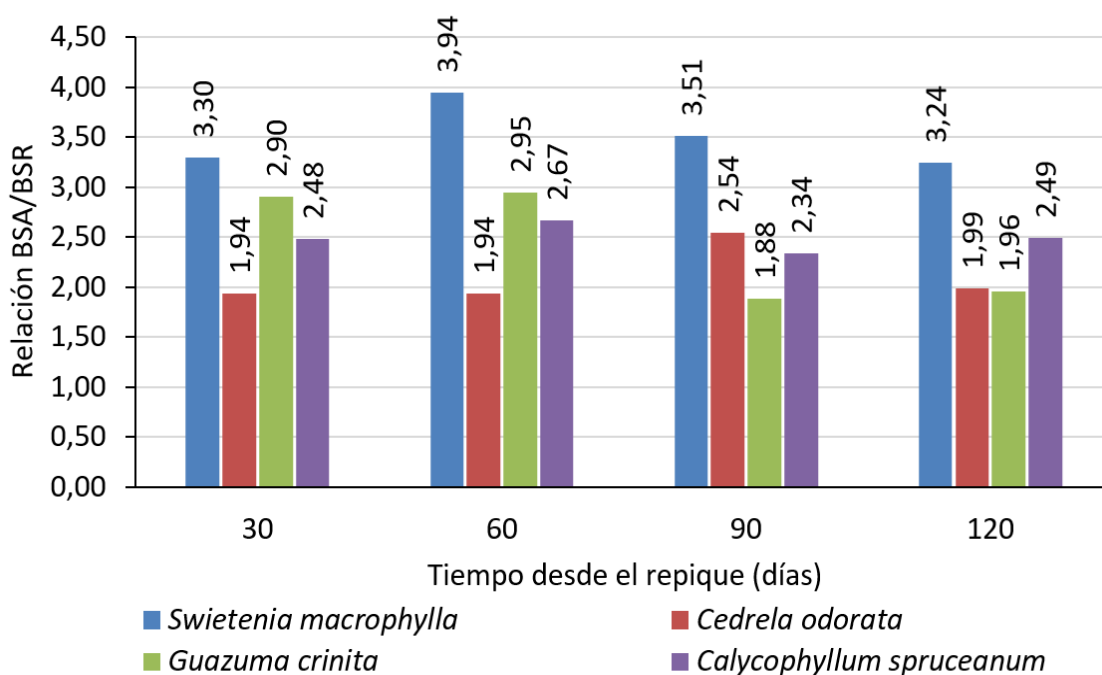


Figura 6. Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz en función al tiempo (días) de los plantones forestales de cuatro especies forestales.

En el Cuadro 11 y Cuadro 12 se observa las medidas de tendencia central y de dispersión para la relación biomasa seca aérea y biomasa seca raíz de los plantones. Mostrando valores menos a 2,5, a excepción de *Swietenia macrophylla*, lo que demuestra valores adecuados para este atributo morfológico de calidad de las plantas forestales bajo un vivero temporal.

Se reporta que a los 30 días de haberse repicado las especies forestales, mayor cantidad de biomasa presentaron los plantones de *Guazuma crinita* debido a que su sistema radicular presentaron diámetros muy delgados y por ende alcanzaron menor biomasa; a partir de los 60 días de repicado se muestra que la mayor media general se obtuvo en los plantones de *Swietenia macrophylla* con un valor de 3,51 para dicha relación, el cual implicaba que la biomasa obtenida por la acumulación del tallo y las hojas triplicaba a lo que se obtenía en el sistema radicular, siendo seguido por *Calycophyllum spruceanum* que obtuvo una media de 2,49, luego se encontraba *Cedrela odorata* con una media de 1,99 y finalmente *Guazuma crinita* con un valor de 1,96 a los 120 días de repicado (Cuadro 11).

A los 30 días de repicado se encontró un plantón de *Swietenia macrophylla* que presentaba 5,52 veces más biomasa aérea en comparación a la biomasa alcanzada en el sistema radicular y en caso de *Guazuma crinita* se reportó un plantón que alcanzó un valor de 4,03 veces más de la biomasa aérea, comportamiento atribuido en las dos especies mencionadas debido a que en la fase inicial de crecimiento presentan pocas raíces o en todo caso las raíces son muy delgadas (Cuadro 12).

Cuadro 11. Evaluación de la relación biomasa seca aérea / biomasa seca raíz de los plantones forestales en función al tiempo.

Especie forestal	Evaluación de la relación BSA / BSR - días							
	30		60		90		120	
	Media *	CV	Media *	CV	Media *	CV	Media *	CV
<i>Swietenia macrophylla</i>	3,3 ± 0,31	29,31	3,94 ± 0,26	20,51	3,51 ± 0,33	29,79	3,24 ± 0,42	41,4
<i>Cedrela odorata</i>	1,94 ± 0,14	22,02	1,94 ± 0,15	24,6	2,54 ± 0,14	16,9	1,99 ± 0,22	34,19
<i>Guazuma crinita</i>	2,9 ± 0,22	23,46	2,95 ± 0,19	19,81	1,88 ± 0,11	18,29	1,96 ± 0,16	26,39
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	2,48 ± 0,16	20,82	2,67 ± 0,08	9,34	2,34 ± 0,16	22,11	2,49 ± 0,42	17,19

CV: Coeficiente de variación expresado en porcentaje.

Media * ± Error muestral.

Cuadro 12. Evaluación de la relación biomasa seca aérea / biomasa seca raíz de plantones forestales a través de sus valores máximos y mínimos en el tiempo.

Especie forestal	Evaluación de la relación BSA / BSR - días							
	30		60		90		120	
	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min
<i>Swietenia macrophylla</i>	5,52	2,32	5,62	2,94	5,96	2,56	6,14	1,86
<i>Cedrela odorata</i>	2,77	1,28	2,84	1,25	3,05	1,73	3,13	1,12
<i>Guazuma crinita</i>	4,03	1,76	4,01	2,15	2,46	1,31	2,88	1,23
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	3,3	1,75	3,13	2,31	3,3	1,39	3,3	1,62

Val. Max: Valor máximo

Val. Min: Valor mínimo.

4.1.6. Índice de Calidad de Dickson (ICD)

Se determinó el ICD promedio de los plántones en cuatro especies forestales en función al tiempo, obteniendo tendencias diferentes en todas las especies forestales en evaluación. Así también se observa un crecimiento diferente para cada especie durante el periodo de evaluación, obteniéndose mayores tendencias para la *Cedrela odorata* y *Calycophyllum spruceanum*, así como menores para *Guazuma crinita* y *Swietenia macrophylla* considerando que la real importancia de esta evaluación radica en conocer el ICD, previo al establecimiento en campo definitivo (120 días), así como la interacción de diferentes variables que interactúan entre para determinar este índice (Figura 7).

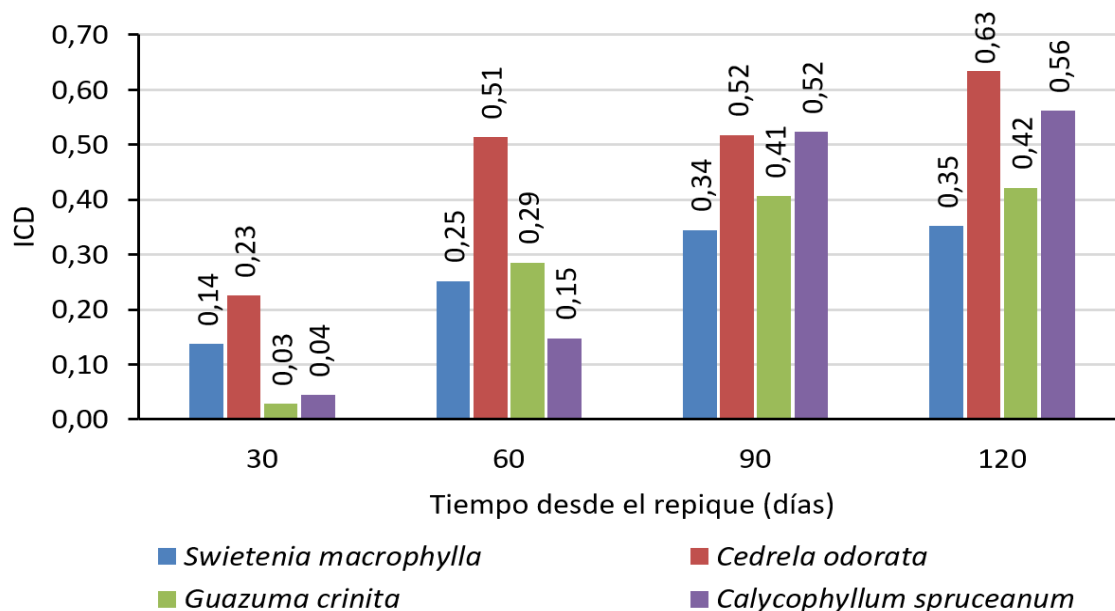


Figura 7. Índice de Calidad de Dickson en función al tiempo (días) de los plántones forestales de cuatro especies forestales.

En el Cuadro 13 y Cuadro 14 se observa las medidas de tendencia central y de dispersión para el Índice de calidad de Dickson de los

plantones, lo cual refleja valores adecuados mayores a 0,20. Mostrando distribución adecuada de los plantones en cuanto a su morfología.

A los 30 días posteriores al repique se encontró una media de 0,23 correspondiente al índice de calidad de Dickson de los plantones de *Cedrela odorata*, esto repercute en que a esa edad dichos individuos se encontraban con buenos valores de altura, diámetro y la biomasa tanto en la parte aérea como en el sistema radicular ya que el índice calculado repercutió en una catalogación de calidad media (se encontraba entre el rango 0,49 - 0,20), esta superioridad de índice se incrementó hasta los 60 días de repicado catalogándose como calidad alta; a partir de los 90 días de repique se registró que calidad alta para las especies *Cedrela odorata* y *Calycophyllum spruceanum* con valores de 0,52 y 0,52 respectivamente. A los 120 días de repicado se observa dos grupos bien diferenciados respecto a la calidad de Dickson notándose a *Swietenia macrophylla* y *Guazuma crinita* con calidad media, mientras que *Cedrela odorata* y *Calycophyllum spruceanum* alcanzaron una media que les catalogó como calidad alta (Cuadro 13).

Considerando los valores máximos y mínimos de la calidad de Dickson, se observa que al mes de repicado solo se encontró plantones con calidad baja y media para las cuatro especies forestales en estudio, resultados que fueron incrementándose a los dos meses de repique en donde se registró plantones con calidad alta en la especie *Cedrela odorata* y las demás especies presentaron plantones hasta calidad media; a los 120 días de repique se observa que la única especie que no presentó plantones de calidad alta fue *Swietenia macrophylla* (Cuadro 14).

Cuadro 13. Evaluación del índice de calidad de Dickson de los plantones forestales en función al tiempo.

Especie forestal	Evaluación del Índice de Calidad de Dickson (días)							
	30		60		90		120	
	Media *	CV	Media *	CV	Media *	CV	Media *	CV
<i>Swietenia macrophylla</i>	0,14 ± 0,15	14,25	0,25 ± 0,36	16,32	0,34 ± 0,16	17,23	0,35 ± 0,23	21,45
<i>Cedrela odorata</i>	0,23 ± 0,26	16,24	0,51 ± 0,14	17,65	0,52 ± 0,07	18,63	0,63 ± 0,09	26,45
<i>Guazuma crinita</i>	0,03 ± 0,14	12,36	0,29 ± 0,08	18,62	0,41 ± 0,14	21,46	0,42 ± 0,18	17,58
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	0,04 ± 0,09	14,36	0,15 ± 0,24	20,44	0,52 ± 0,25	23,64	0,56 ± 0,24	9,24

CV: Coeficiente de variación expresado en porcentaje.

Media * ± Error muestral.

Cuadro 14. Evaluación del índice de calidad de Dickson de plantones forestales a través de sus valores máximos y mínimos en el tiempo.

Especie forestal	Evaluación de la relación altura/longitud de raíz - días							
	30		60		90		120	
	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min	Val. Max	Val. Min
<i>Swietenia macrophylla</i>	0,16	0,09	0,29	0,19	0,51	0,21	0,41	0,23
<i>Cedrela odorata</i>	0,27	0,19	0,55	0,43	0,59	0,47	0,73	0,49
<i>Guazuma crinita</i>	0,07	0,01	0,39	0,14	0,53	0,34	0,55	0,34
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	0,06	0,01	0,27	0,08	0,54	0,48	0,57	0,5

Val. Max: Valor máximo

Val. Min: Valor mínimo.

4.2. Parámetros fisiológicos

4.2.1. Nitrógeno

Se determinó el porcentaje de Nitrógeno foliar (hojas) en cuatro especies forestales, obteniéndose valores diferentes en las especies forestales en evaluación a los 120 días (previo al establecimiento en campo definitivo). Así también se observa mayores concentraciones de Nitrógeno en las especies de *Cedrela odorata* y *Guazuma crinita* y en menores concentraciones a *Calycophyllum spruceanum* y *Swietenia macrophylla*. Sin embargo la real importancia de esta evaluación radica en conocer las concentraciones de Nitrógeno antes del establecimiento de las plantas a campo definitivo y poder analizar el crecimiento vegetativo y si estas son lo suficientemente necesarias (Cuadro 15 y Figura 8).

Cuadro 15. Porcentaje de Nitrógeno foliar en los plantones forestales.

Especie forestal	Porcentaje del contenido de Nitrógeno (% N) foliar				
	Media	Valor máximo	Valor mínimo	CV %	Desviación estándar
<i>Swietenia macrophylla</i>	1,77	1,80	1,74	1,72	0,03
<i>Cedrela odorata</i>	2,24	2,16	2,41	6,43	0,14
<i>Guazuma crinita</i>	2,14	2,39	1,98	10,25	0,22
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	1,81	1,78	1,90	3,31	0,06

CV: Coeficiente de variación.

Porcentaje del contenido de nitrógeno (% N) foliar

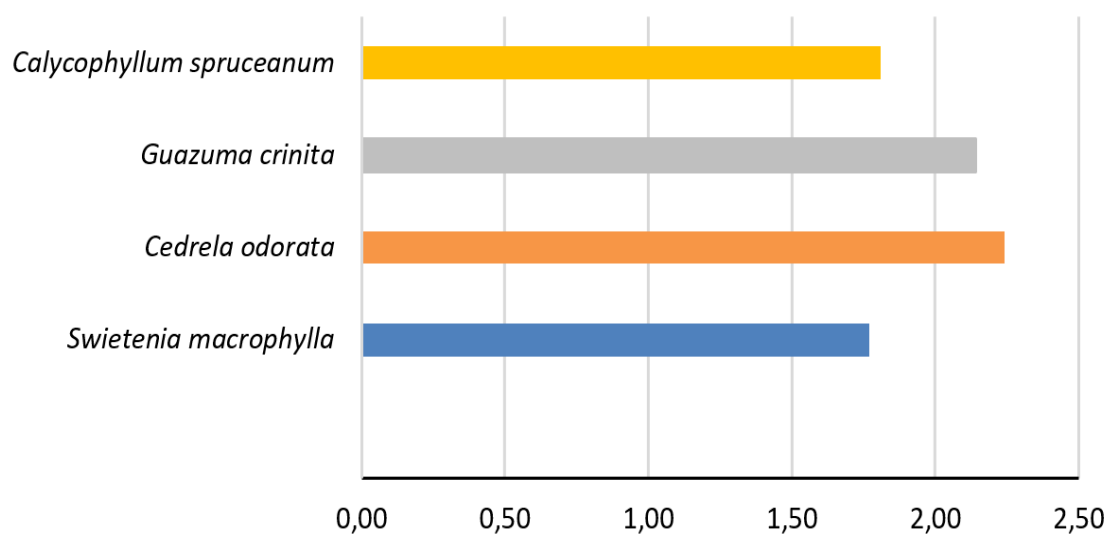


Figura 8. Contenido de Nitrógeno en los plantones de cuatro especies forestales en términos de porcentaje (%).

4.2.2. Fósforo

Se determinó el porcentaje de Fósforo foliar (hojas) en cuatro especies forestales en función al tiempo, obteniéndose valores diferentes en las especies forestales en evaluación a los 120 días (previo al establecimiento en campo definitivo). Así también se observa mayores concentraciones de Fósforo en las especies de *Cedrela odorata* y *Guazuma crinita* y en menores concentraciones a *Calycophyllum spruceanum* y *Swietenia macrophylla*. Sin embargo la real importancia de esta evaluación radica en conocer las concentraciones de Fósforo antes del establecimiento de las plantas a campo definitivo, analizando el crecimiento y desarrollo radicular, esencial para la supervivencia en campo (Cuadro 16 y Figura 9).

Cuadro 16. Porcentaje de Fósforo foliar en los plantones forestales.

Especie forestal	Porcentaje del contenido de Fósforo (% P) foliar				
	Media	Valor máximo	Valor mínimo	CV %	Desviación estándar
<i>Swietenia macrophylla</i>	0,11	0,13	0,08	1,43	0,03
<i>Cedrela odorata</i>	0,14	0,22	0,03	70,35	0,10
<i>Guazuma crinita</i>	0,15	0,17	0,11	21,92	0,03
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	0,12	0,14	0,10	17,84	0,02

CV: Coeficiente de variación.

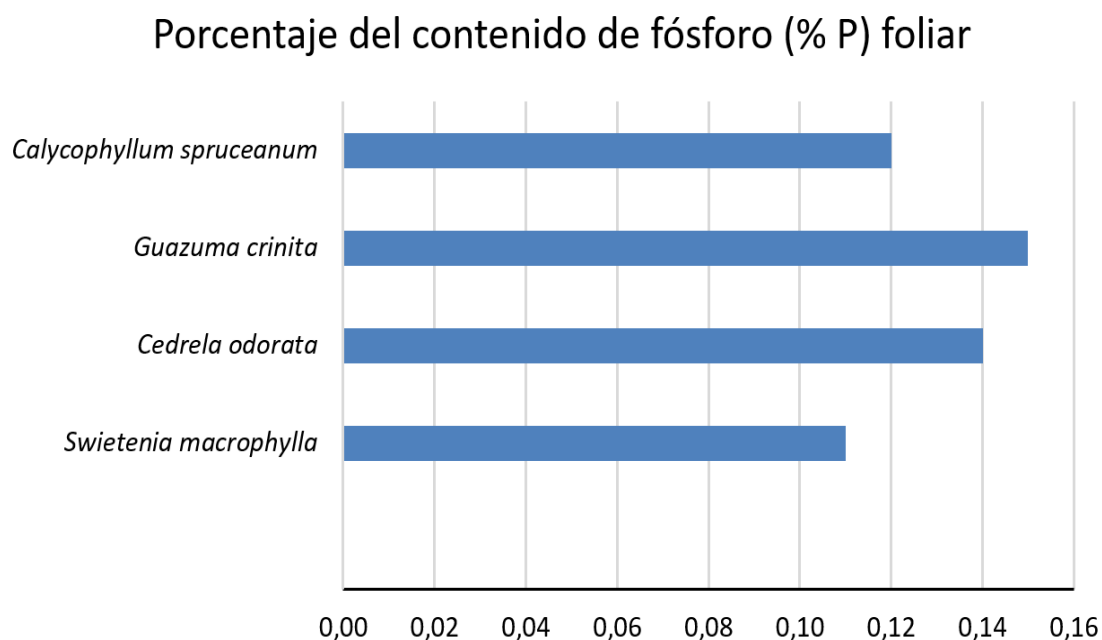


Figura 9. Contenido de Fósforo en los plantones de cuatro especies forestales en términos de porcentaje (%).

4.2.3. Potasio

Se determinó el porcentaje de Potasio foliar (hojas) en cuatro especies forestales, obteniéndose valores diferentes en las especies forestales

en evaluación a los 120 días (previo al establecimiento en campo definitivo). Así también se observa mayores concentraciones de Potasio en las especies de *Calycophyllum spruceanum* y *Swietenia macrophylla* y en menores concentraciones se reporta a las especies *Guazuma crinita* y *Cedrela odorata*. Sin embargo la real importancia de esta evaluación radica en conocer las concentraciones de Potasio antes del establecimiento de las plantas a campo definitivo y poder analizar el crecimiento vegetativo y si estas son lo suficientemente necesarias (Cuadro 17).

Cuadro 17. Porcentaje de Potasio foliar en los plántones forestales.

Especie forestal	Porcentaje del contenido de Potasio (% K) foliar				
	Media	Valor máximo	Valor mínimo	CV %	Desviación estándar
<i>Swietenia macrophylla</i>	2,08	2,66	1,35	32,10	0,67
<i>Cedrela odorata</i>	1,55	1,86	1,37	17,21	0,27
<i>Guazuma crinita</i>	1,50	1,57	1,39	6,43	0,10
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	2,77	3,01	2,56	8,18	0,23

CV: Coeficiente de variación.

A los cuatro meses posteriores a repique se realizó el análisis de tejidos (análisis foliar) de los plántones pertenecientes a cuatro especies forestales, reportándose que mayores niveles del elemento Potasio se registró en *Calycophyllum spruceanum*, el cual pudo atribuirse a la capacidad de retener dicho elemento como componente de sus hojas (Figura 10).

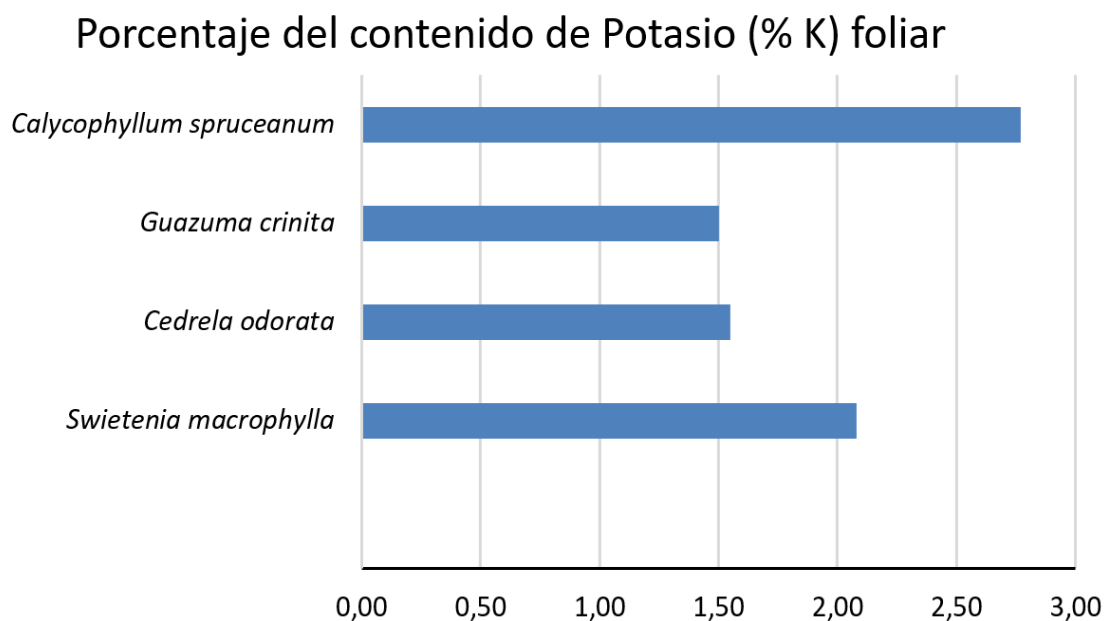


Figura 10. Contenido de Potasio en los plántones de cuatro especies forestales en términos de porcentaje (%).

4.3. Calificación de la calidad de plántones forestales en función a los parámetros morfológicos y fisiológicos

Con base a los valores de los atributos morfológicos y fisiológicos en la integración de las variables; las plantas de *Cedrela odorata* y *Calycophyllum spruceanum* calificaron con calidad alta y las de *Guazuma crinita* y *Swietenia macrophylla* con calidad media de acuerdo a la metodología de SAENZ *et al.* (2010); comportamiento particular de las cuatro especies forestales respecto al elemento Fósforo por que el nivel encontrado lo catalogó como plántones de calidad media, mientras que en caso del Nitrógeno y el Potasio se registró que los niveles de dichos elementos lo catalogaban a los plántones de calidad alta (Cuadro 18 y 19).

Cuadro 18. Calificación de la calidad de plantones forestales en función a los parámetros morfológicos y fisiológicos.

Especie forestal	Edad (días)	Parámetros morfológicos												Calidad morfológica
		Altura (H)		Diámetro basal (DB)		Índice de esbeltez (IE)		Relación altura/longitud de raíz (RA/LR)		Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz (RBSA/BSR)		Índice de Calidad de Dickson (ICD)		
		H (cm)	Calidad	DB (mm)	Calidad	IE	Calidad	RA/LR	Calidad	RBSA/BSR	Calidad	ICD	Calidad	
<i>Swietenia macrophylla</i>	120	29,32	A	5,02	A	5,9	A	1,11	A	3,24	B	0,35	M	Media
<i>Cedrela odorata</i>	120	44,35	A	9,43	A	4,72	A	1,52	A	1,99	A	0,63	A	Alta
<i>Guazuma crinita</i>	120	47,01	A	6,39	A	7,36	M	2,12	B	1,96	A	0,44	M	Media
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	120	31,04	A	6,19	A	5,04	A	1,4	A	2,49	M	0,56	A	Alta

Cuadro 19. Calificación de la calidad de plantones forestales en función a los parámetros fisiológicos.

Especie forestal	Edad (días)	Parámetros Fisiológicos						Calidad fisiológica
		Nitrógeno (N)		Fósforo (P)		Potasio (K)		
		N (%)	Calidad	P (%)	Calidad	K (%)	Calidad	
<i>Swietenia macrophylla</i>	120	1,77	A	0,11	M	2,08	A	Alta
<i>Cedrela odorata</i>	120	2,24	A	0,14	M	1,55	A	Alta
<i>Guazuma crinita</i>	120	2,14	A	0,15	M	1,5	A	Alta
<i>Calycophyllum spruceanum</i>	120	1,81	A	0,12	M	2,77	A	Alta

V. DISCUSIÓN

5.1. Parámetros morfológicos

5.1.1. Altura (H)

Se evaluó la altura promedio de los plantones en cuatro especies forestales, obteniéndose alturas a los 120 días de repique; *Swietenia macrophylla* (29,32 cm), *Cedrela odorata* (44,35 cm), *Guazuma crinita* (47,01 cm), *Calycophyllum spruceanum* (31,04 cm).

De los resultados se desprende que *Guazuma crinita* y *Cedrela odorata* alcanzaron mayores alturas, mostrando alturas ideales para condiciones del sitio de plantación adversas respecto a la vegetación herbácea y arbustiva que rodea al brinzal, debido a las características del sustrato ideal en cuanto a nutrientes (Nitrógeno) necesarios y niveles de materia orgánica óptimas, generando condiciones de humedad y temperatura adecuada. Es conveniente considerar que los plantones tengan una altura suficiente que le permite competir adecuadamente (PRIETO *et al.*, 2009). A su vez considerando que (BIRCHLER *et al.*, 1998) menciona que la altura es un buen predictor pero no necesariamente para la supervivencia en campo, es por eso relacionarla con otros criterios como la arquitectura del tallo.

De acuerdo a los Intervalos establecidos por SÁENZ *et al.* (2010) todas las especies alcanzaron la altura ideal (mayor a 15 cm) a las 120 días de

repique e incluso se observa que a los 60 días de repique, la altura cumplía con estos requisitos en todas las especies (Cuadro 1.)

Sin embargo en estudios similares, OROZCO *et al.* (2010) muestra alturas similares para las especies de *Swietenia humilis* 18.9 cm, *Leucaena leucocephala* 38,5 cm y *Cedrela odorata* 38,12 cm. Así mismo RUEDA *et al.* (2013), evaluó diferentes especies; *Brosimum alicastrum* 19,6 cm, *Enterolobium cyclocarpum* 15,6 cm, *Fraxinus udhei* 17,5 cm, *Hura poliandra* 43 cm en el vivero forestal Camichin, diferenciándose que en este vivero usaban contenedores, no permitiendo un desarrollo más amplio del plantón.

Por otra parte se observa las curvas de crecimiento para las cuatro especies forestales, obteniendo mejores valores numéricos en altura para la especie *Cedrela odorata* y *Guazuma crinita* en tres diferentes fase (crecimiento inicial, crecimiento rápido y endurecimiento), buscando el crecimiento ideal o planta objetivo a través del manejo. El concepto de planta objetivo es una manera útil para que los usuarios describan qué tipo de plantones esperan, y para que los viveristas determinen lo que pueden producir (CHAVASSE, 1980; DURYEA, 1985).

5.1.2. Diámetro basal (DB)

Se evaluó el diámetro promedio de los plantones en cuatro especies forestales en función al tiempo, obteniendo un crecimiento diferente para cada especie a los 120 días de repique; *Swietenia macrophylla* (5,02 mm), *Cedrela odorata* (9,43 mm), *Guazuma crinita* (6,39 mm), *Calycophyllum*

spruceanum (6,19 mm). De los resultados se desprende que todas las especies alcanzaron diámetros ideales a los 120 días en función a las labores silviculturales, manejo de sombra y condiciones ideales del sustrato. A su vez mostrando que el diámetro es una de las características de calidad más importantes debido a que plantones con diámetro mayor a 5 mm son más resistentes al doblamiento y tolerar mejor los daños por plagas y fauna nociva, aunque esto varía de acuerdo a la especie (PRIETO *et al.*, 2003 y PRIETO *et al.*, 2009). Lo cual permitirá a esta especie obtener un porcentaje mayor de supervivencia en campo.

Por otro lado el endurecimiento durante un mes, permitió el engrosamiento del tallo, en función a lo que menciona LEYVA (2008), que la inducción de un estrés hídrico moderado al final del periodo vegetativo, detiene el crecimiento en altura, mientras que el diámetro del cuello de la raíz continua creciendo, debido probablemente al crecimiento radical.

Sin embargo en estudios similares RUEDA *et al.* (2013), evaluaron el diámetro en diferentes viveros tecnificados, mostrando diámetros mayores a 5 mm en especies como *Hura poliandra* (8.3 mm), *Cedrela odorata* (5.9 mm), a su vez OROZCO *et al.* (2010), evaluaron en las especies de *Swietenia humilis* (5,1 mm), *Tabebuia rosea* (5,76 mm). Y de acuerdo a los valores reportes de SAENZ *et al.* (2010) las especies en el estudio son mayores a 5 mm a 120 días de repique, lo cual implica una predicción de la supervivencia en campo mayor.

Al analizar las curvas de crecimiento acumulado en lo que respecta al diámetro de *Cedrela odorata* y *Guazuma crinita* muestran mejores valores

numéricos, mostrando un mayor crecimiento en diámetro en la fase de endurecimiento por el acondicionamiento en el manejo de sombras, aquí la energía es dirigida hacia las raíces.

5.1.3. Índice de esbeltez (IE)

Se determinó el IE promedio de los plantones en cuatro especies forestales en función al tiempo, obteniendo un valor diferente para cada especie a los 120 días de repique; *Swietenia macrophylla* (5,90), *Cedrela odorata* (4,72), *Guazuma crinita* (7,36), *Calycophyllum spruceanum* (5,04).

De los resultados se desprende que los valores determinados en el estudio son adecuados para todas especies, excepto para *Guazuma crinita* por mostrar relaciones adecuadas entre la altura y el diámetro de los plantones. Que de acuerdo a SAENZ *et al.* (2010) recomienda valores menores a 6.

Sin embargo 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. Lo que considera a las especies de *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata* y *Calycophyllum spruceanum* de calidad alta; considerando a *Guazuma crinita* de calidad media. En estudios similares OROZCO *et al.* (2010) determinó el IE de especies forestales con valores menores a 6, como

Tabebuia donnel (5,1), *Caesalpinea platyloba* (3,8), *Swietenia humilis* (3,7). A su vez RUEDA *et al.* (2013) en especies; *Cedrela odorata* (3,6), *Roseodendron donell-smithii* (3,4) *Tabebuia rosea* (2,7) y *Swietenia humilis* (2,7), mostrando valores bajos debido al uso de contenedores (menor volumen que las bolsas de polietileno).

5.1.4. Relación altura/longitud de raíz (RA/LR)

PRIETO *et al.* (2003), Afirma que los plantones deben tener una relación adecuada tanto en altura como en la longitud radicular de los plantones y así evitar seleccionar plantas muy alargadas y menos robustas a su vez en el estudio realizado se determinó relaciones adecuadas para las especies forestales, a excepción de la *Guazuma crinita* que a los 90 días de repique empezó a tomar un desequilibrio. Sin embargo los valores determinados a los 120 para las especies *Swietenia macrophylla* (1,11), *Cedrela odorata* (1,52) y *Calycophyllum spruceanum* (1,40) muestran una calidad alta de los plantones por las características del sustrato en cuanto a la distribución de los nutrientes y en función a los intervalos de SAENZ *et al.* (2010).

El mejor sistema radical de las plantas lo constituye una raíz principal bien conformada, sin deformaciones, abundancia de raíces laterales uniformemente repartidas y de raíces finas o fibrosas donde se da la simbiosis con las micorrizas, las cuales aumentan la superficie de la raíz para absorber agua y nutrientes (RODRÍGUEZ, 2008).

5.1.5. Relación biomasa seca aérea/biomasa seca raíz (RBSA/BSR)

Con respecto a la RBSA/BSR, los plantones de las cuatro especies forestales se observa proporciones diferentes, *Swietenia macrophylla* (3,24), *Cedrela odorata* (1,99), *Guazuma crinita* (1,96), *Calycophyllum spruceanum* (2,49) a los 120 días de repique, mostrando valores recomendados por SAENZ *et al.* (2010), las especies de *Guazuma crinita* y *Cedrela odorata* como calidad alta. Seguidas de *Swietenia macrophylla* (baja) y *Calycophyllum spruceanum* (media).

Por otro lado el peso (biomasa aérea y radical) de la planta tiene alta correlación con la supervivencia en campo, 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 radical. El peso seco es un indicador efectivo cuando se relaciona el peso seco de la parte aérea con el peso seco del sistema radical (THOMPSON, 1985; VERA, 1995; MEXAL y LANDIS, 1990). Lo que demuestra condiciones excelentes para *Guazuma crinita* y *Cedrela odorata*.

Sin embargo, RUEDA *et al.* (2013) determinaron el índice relación biomasa seca aérea/ biomasa seca raíz en las especies de *Brosimum alicastrum* 2,3, *Enterolobium cyclocarpum* 2,9, *Fraxinus udhei* 6,5, *Hura poliandra* 4,4 a los tres meses de edad en el vivero forestal Camichin. *Cedrela odorata* 0,1, *Eysernhardtina polystachya* 0,1, *Roseodendron donell-smithii* 0,1, a los tres meses y medio de edad en el vivero forestal Inverplantas.

Roseodendron donnell 2, *Tabebuia rosea* 2,3 y *Swietenia humilis* 2, a los dos meses de edad en el vivero forestal San Agustín. Mostrando gran variabilidad por especie en sus resultados, afirmando que cada especie tiene características particulares para su crecimiento y desarrollo, influenciada por la materia orgánica y la disponibilidad de nutrientes (SAENZ *et al.*, 2010).

5.1.6. Índice de Calidad de Dickson (ICD)

Con respecto al ICD, se observó valores mayores a 0,5 (SAENZ *et al.*, 2010) en las especies *Cedrela odorata* y *Calycophyllum spruceanum*, lo cual significa caracterizar morfológicamente a estas especies con calidad alta bajo las múltiples condiciones donde se iniciaron (clima, sustrato, contenedores). Debido a que este índice es el mejor parámetro para indicar la calidad de planta, dado 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 (Fonseca *et al.*, 2002; citado por GARCÍA, 2007).

Sin embargo *Swietenia macrophylla* y *Guazuma crinita* presentan una calidad media (SAENZ *et al.*, 2010), la cual demuestra condiciones óptimas para la producción de plántones forestales en este sitio, con calidad de plántones de media a alta.

A su vez en estudios similares, RUEDA *et al.* (2013) determinaron el ICD para las especies de *Brosimum alicastrum* 0,2, *Enterolobium cyclocarpum* 0,5, *Fraxinus udhei* 0,1, *Hura poliandra* 0,5, a los tres meses de

edad en el vivero forestal Camichin. *Cedrela odorata* 0,2, *Eysernhardtina polystachya* 0,2, *Roseodendron donell-smithii* 0,2, a los tres meses y medio de edad en el vivero forestal Inverplantas. *Roseodendron donnell* 0,2, *Tabebuia rosea* 0,2 y *Swietenia humilis* 0,5, a los dos meses de edad en el vivero forestal San Agustín. Difiriendo por tanto en algunas especies coníferas de latifoliadas, pero teniendo idea de los valores a los que esta investigación puede llegar.

5.2. Parámetros fisiológicos

5.2.1. Nitrógeno (N)

Se determinó valores diferentes en las especies forestales en evaluación a los 120 días (previo al establecimiento en campo definitivo). Así también se observa mayores concentraciones de Nitrógeno en las especies de *Cedrela odorata* (2,24%) y *Guazuma crinita* (2,14%) y en menores concentraciones a *Calycophyllum spruceanum* (1,81) y *Swietenia macrophylla* (1,77). Sin embargo la real importancia de esta evaluación radica en conocer las concentraciones de Nitrógeno antes del establecimiento de las plantas a campo definitivo y poder analizar el crecimiento vegetativo y si estas son lo suficientemente necesarias de acuerdo a los valores propuestos por SAENZ *et al.* (2010).

A su vez se interpreta que el estudio realizado en las cuatro especies forestales presenta niveles de Nitrógeno adecuado para los plantones forestales (Cuadro 2). Describiendo que el nivel de Nitrógeno (N) en el follaje influye en la supervivencia y en el crecimiento de la plantación; se considera

que el nivel es bajo cuando es menor a 1,7%, lo que propicia que los brinzales reduzcan su crecimiento y resistencia a la sequía, cuando el nivel es excesivo rebasa el 2,3% y disminuye la supervivencia y la resistencia a la sequía (Prodefo-Sefunco, 1997; citado por SAENZ *et al.*, 2010). Lo que significa tener plantones de calidad adecuada, previo al establecimiento en campo, en función a este parámetro se brindó los requerimientos necesarios y disponibles en cuanto al riego y manejo del vivero temporal entorno a la realidad de un productor rural.

Por otro lado en estudios similares RUEDA *et al.* (2012) determinaron el porcentaje de Nitrógeno para las especies *Cedrela odorata* 2%, *Leucaena leucocephalla* 3,2%, *Pinus devoniana* 1,4%, *Pinus douglasiana* 1,4%, *Pinus greggi* 1,3%, *Pinus oocarpa* 1,2%, *Pinus pseudostrobus* 1% en el vivero forestal A1. *Cedrela odorata* 2,6%, *Enterolobium cyclocarpum* 3,2%, *Pinus devoniana* 1,3%, *Pinus douglasiana* 1,7%, *Roseodendron donell* 3%, *Tabebuia rosea* 2,45 en el vivero forestal el Gran Pro. *Cedrela odorata* 2,4%, *Cupressu lustranica* 1,1%, *Enterolobium cyclocarpum* 2,7%, *Leucaena leucocephala* 1,2% en el vivero forestal SEDENA. Afirmando valores similares para *Cedrela odorata* y valores cercanos a las demás especies, diferenciando que RUEDA *et al.* (2012) realizaron mayores evaluaciones en coníferas.

5.2.2. Fósforo (P)

Se determinó valores diferentes en las especies forestales en evaluación a los 120 días (previo al establecimiento en campo definitivo). Así también se observa mayores concentraciones de Fósforo en las especies de

Cedrela odorata (0,14%) y *Guazuma crinita* (0,15%) y en menores concentraciones a *Calycophyllum spruceanum* (0,12%) y *Swietenia macrophylla* (0,11%). Sin embargo la real importancia de esta evaluación radica en conocer las concentraciones de Fósforo antes del establecimiento de las plantas a campo definitivo, analizando si son las necesarias para la supervivencia en campo de acuerdo a los valores propuestos por SAENZ *et al.* (2010) en el Cuadro 2.

En cuanto al Fósforo, SALISBURY y ROSS (1994) afirman que es un macronutriente que estimula el desarrollo del sistema radical frente al aéreo contribuyendo a producir planta en contenedor más equilibrada (TIMMER y ARMSTRONG 1987; OLIET, 1995; RUIZ y DOMÍNGUEZ, 1997). Lo que sin duda tiene una importancia fundamental en la supervivencia. Mostrando niveles moderadamente adecuados (concentraciones a nivel medio) en las cuatro especies forestales en estudio obteniendo plantones de calidad media previo a su establecimiento, lo cual no aseguraría una supervivencia óptima (SAENZ *et al.*, 2010) pero necesarios para adaptarse a diferentes condiciones de suelos.

Por otro lado RUEDA *et al.* (2012) determinaron el porcentaje de Fósforo para las especies *Cedrela odorata* 0,4%, *Leucaena leucocephala* 0,4%, *Pinus devoniana* 0,3%, *Pinus douglasiana* 0,2%, *Pinus greggi* 0,2%, *Pinus oocarpa* 0,3%, *Pinus pseudostrobus* 0,2% en el vivero forestal A1. *Cedrela odorata* 0,7%, *Enterolobium cyclocarpum* 0,3%, *Pinus devoniana* 0,3%, *Pinus douglasiana* 0,4%, *Roseodendron donell* 0,3%, *Tabebuia rosea* 0,3% en el vivero forestal el Gran Pro. *Cedrela odorata* 0,4%, *Cupressu lustanica* 0,3%,

Enterolobium cyclocarpum 0,6%, *Leucaena leucocephala* 0,3% en el vivero forestal SEDENA. Mostrando niveles similares en las cuatro especies forestales, difiriendo que las especies en evaluación son latifoliadas y las condiciones donde se produjeron tiene mejores condiciones para la producción de plántones forestales en cuanto a recursos económicos.

5.2.3. Potasio (K)

Se determinó valores diferentes en las especies forestales en evaluación a los 120 días (previo al establecimiento en campo definitivo). Así también se observa mayores concentraciones de Potasio en las especies de *Calycophyllum spruceanum* (2,77%) y *Cedrela odorata* (1,55%) y en menores concentraciones a *Guazuma crinita* (1,50%) y *Swietenia macrophylla* (2,08%). Sin embargo la real importancia de esta evaluación radica en conocer las concentraciones de Potasio antes del establecimiento de las plantas a campo definitivo y poder analizar el crecimiento vegetativo y si estas son lo suficientemente necesarias de acuerdo a los valores sugeridos por SAENZ *et al.* (2010) mostradas en el Cuadro 2. Niveles de Potasio mayores a 0,70% para plántones de calidad alta.

RUEDA *et al.* (2012) determinaron el porcentaje de Potasio para las especies; *Cedrela odorata* 0,8%, *Leucaena leucocephala* 1,6%, *Pinus devoniana* 1,1%, *Pinus douglasiana* 1%, *Pinus greggi* 0,7%, *Pinus oocarpa* 1,1%, *Pinus pseudostrobus* 1% en el vivero forestal A1. *Cedrela odorata* 2,4%, *Enterolobium cyclocarpum* 1,4%, *Pinus devoniana* 0,9%, *Pinus douglasiana*

0,9%, *Roseodendron donell* 2,8%, *Tabebuia rosea* 2,3% en el vivero forestal el Gran Pro, *Cedrela odorata* 1,1%, *Cupressu lustranica* 1,4%, *Enterolobium cyclocarpum* 1,6%, *Leucaena leucocephala* 0,9% en el vivero forestal SEDENA.

Así mismo SAENZ *et al.* (2010) determinaron el porcentaje de Potasio para las especies; *Pinus michoacana* 0,68%, *Pinus ayacahuite* 0,62%, *Cupressus lindleyi* 0,84%. Comparando el estudio realizado se muestran mayores concentraciones de Potasio en las cuatro especies forestales, lo que significa plantones de calidad alta de acuerdo a los valores del Cuadro 2 (SAENZ *et al.*, 2010).

5.3. Calificación de parámetros morfológicos y fisiológicos

Con base en los valores de los atributos morfológicos y fisiológicos en la integración de las variables, las plantas de *Cedrela odorata* y *Calycophyllum spruceanum* calificaron con calidad alta y las de *Guazuma crinita* y *Swietenia macrophylla* con calidad media.

En *Swietenia macrophylla* casi todos los parámetros morfológicos se mantienen dentro del intervalo óptimo sugerido por SANTIAGO *et al.* (2007), CONAFOR (2009) y SÁENZ *et al.* (2010), así como los contenidos de Nitrógeno, Potasio y lignina. Nutrientes indicadores de plantones vigorosos (ZEIGER, 2006). Aun cuando la Relación Biomasa seca aérea /biomasa seca raíz e Índice de Calidad de Dickson, atributos que favorecen la distribución adecuada de biomasa en cuanto a proporcional radicular y la aérea (hojas y

tallos) de la planta; no fueron óptimas. Así mismo la concentración de Fósforo indica niveles medios en cuanto a calidad (SANTIAGO *et al.*, 2007; CONAFOR, 2009 y SÁENZ *et al.*, 2010); atributo ideal para el desarrollo radicular de las plantas. El cual no se vio reflejado en esta especie forestal, por no presentar un sistema radicular adecuado.

Atributos morfológicos y fisiológicos de los cuales pueden repercutir en la resistencia al estrés hídrico de las plantas en campo definitivo (PRIETO *et al.*, 2009).

En *Cedrela odorata* todos los parámetros morfológicos se mantienen dentro del intervalo óptimo sugerido por SANTIAGO *et al.* (2007); CONAFOR (2009) y SÁENZ *et al.* (2010), así como los contenidos de Nitrógeno, Potasio y lignina. Indicadores de plantones vigorosos (ZEIGER, 2006) listos para campo definitivo. Aun cuando la concentración de Potasio, elemento que favorece la lignificación de las plantas (ZEIGER, 2006) no fue óptimo (calidad alta).

En *Calycophyllum spruceanum* los parámetros morfológicos se mantienen dentro del intervalo óptimo sugerido por SANTIAGO *et al.* (2007), CONAFOR (2009) y SÁENZ *et al.* (2010), a excepción de la Relación Biomasa seca aérea /biomasa seca raíz, atributo ideal para observar la distribución de biomasa en los plantones. Lo cual no indicaría, no tener plantones listos para campo definitivo porque (SAENZ *et al.*, 2010) afirma que de forma individual, la utilización de parámetros morfológicos o fisiológicos presenta limitantes para

predecir la supervivencia y crecimiento de las plantas en los sitios de plantación. Es por eso que debemos integrar todos estos parámetros para una adecuada estimación de la calidad de plantones. Por otro lado la concentración de Nitrógeno, Potasio fueron óptimas a excepción del Fósforo, elemento que favorece crecimiento radicular. Lo cual puede repercutir en la resistencia al estrés hídrico de las plantas en campo definitivo (PRIETO *et al.*, 2009).

En *Guazuma crinita* los parámetros morfológicos se mantienen dentro del intervalo óptimo sugerido por SANTIAGO *et al.* (2007); CONAFOR (2009) y SÁENZ *et al.* (2010), a excepción de la Relación Biomasa seca aérea /biomasa seca raíz, atributo ideal para observar la distribución de biomasa en los plantones no fue óptima. Aun cuando la concentración de Nitrógeno y Potasio, elementos que favorece el crecimiento aéreo y lignificación de las plantas (ZEIGER, 2006) fueron óptimas.

Por otro lado el Fósforo no presento los niveles óptimos en cuanto a concentración, motivo por el cual el desarrollo radicular puede verse afectado. Asimismo, otros trabajos confirman una relación positiva entre la concentración de este elemento y la producción de nuevas raíces (BIGG y SCHALAU, 1990; DOMÍNGUEZ *et al.*, 2000; VALDECANTOS *et al.*, 2006) tiene una importancia fundamental en la supervivencia.

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó la calidad de plantones en cuatro especies forestales: *Calycophyllum spruceanum*, *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla* y *Guazuma crinita*, bajo un vivero temporal mediante parámetros morfológicos, por lo que se obtuvo una alta calidad en las especies de *Cedrela odorata* L .y *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. F. Ex. y una calidad media en las especies de *Swietenia macrophylla* King y *Guazuma crinita* C. Mart.
2. Se determinó la calidad de plantones en cuatro especies forestales: *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. F. Ex., *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla* King y *Guazuma crinita* C. Mart., bajo un vivero temporal mediante parámetros fisiológicos, por lo que se obtuvo una alta calidad en todas las especies forestales.
3. Las cuatro especies forestales, en función a los parámetros morfológicos y fisiológicos presentaron calidades de plantones de media a alta, considerando como óptimas las condiciones del terreno agrícola para desarrollar programas de reforestación bajo un vivero temporal.

VII. RECOMENDACIONES

1. Bajo un vivero temporal y en las condiciones de un productor rural, producir plántones de las especies forestales (*Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. F. Ex., *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla* King y *Guazuma crinita* C. Mart), buscando el máximo aprovechamiento del terreno agrícola que permita obtener plántones de calidad para diversos fines.
2. Proteger las purmas aluviales del sitio como fuente de suelos ricos en materia orgánica y presencia ideal de nutrientes esenciales para la producción de plántones forestales con características fisiológicas ideales.
3. Con el propósito de dar seguimiento a plantaciones forestales y extender la evaluación, se recomienda monitorear los cambios de los atributos morfológicos y fisiológicos de la planta en campo para futuras investigaciones.

VIII. ABSTRACT

In order to understand the reality of a rural producer, whose economic resources to produce forest seedlings is limited, requiring seedlings near the plantation sites and in turn demonstrate the qualities of the agricultural land, seeking maximum utilization, for various purposes (social, environmental and economic) was evaluated the quality of forest seedlings under a temporary nursery in the District of Santa Rosa de Alto Yanajanca, focusing on four forest species (*Calycophyllum spruceanum*, *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla* and *Guazuma crinita*). The research was descriptive-quantitative through morphological and physiological parameters that reflect the quality of the seedling, prior to its establishment in the final field, adequate morphological parameters were obtained as medium to high in the four species ($H > 12$ cm, $DB > 2.5$ mm, $IE < 7.9$ and $RA / LR < 2.5$, $RBSA / RBSR < 2.5$ with the exception of *S. macrophylla*, $ICD > 0.2$), as well as adequate physiological parameters as medium to high in the four forest species ($N > 1.1$, $P > 0.10$ and $K > 0.50$) according to the quality ranges of SAENZ *et al.* (2010). This shows the qualities of outstanding forest seedlings in the temporary nursery under site conditions in terms of the physical and nutritional characteristics of the seedlings, based on the fact that the substrate is available under high and low purmas near the Yanajanca River, as well as the materials and supplies available from the rural producer.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, A; Raigosa, J. 2007. Nutrición y fertilización forestal en regiones tropicales. Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 83 p.
- Aristizábal, M. 2003. Fisiología vegetal en Colombia ed. Artes Gráficas Tizan ISBN: 9583354171 v. 1. 306 p.
- Bernal, L. 2009. Aislamiento de microorganismos solubilizadores de P (psm) de las raíces de *vainilla* sp. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de microbióloga agrícola y veterinaria. Bogotá, Colombia. Pontificia Universidad Javeriana. 8 p.
- Bierchler, T; Rose, RW; Royo, A; Pardos, M. 1998. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. Oregon State University, Oregon. EE.UU y Universidad Politécnica de Madrid, España. 13 p.
- Bigg, WL; Schalau, JW. 1990. Mineral nutrition and the target seedling. En: Target seedling symposium. Gen. Tech. Rep. USDA Forest Service. p. 139-158.
- Brako, L; Zarucchi, L. 1993. Catálogo de Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Missouri Botanical Garden. Missouri, Estados Unidos. 1286 p.

- Burle, ML; Mielniczuk, J; Focchi, S. 1997. Effect of cropping systems on soil chemical characteristics, with emphasis on soil acidification. *Plant and Soil*. 190:309-317.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Rodolfo Salazar, coord. Tecni., Carolina Soihet, José Miguel Méndez, comps. Tec. Proyecto de Semillas Forestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 204 p.
- Chavasse, C.G. 1980. Planting stock quality: a review of factors affecting performance. *New Zealand Journal of Forestry*. 25: 144-171.
- Chávez, J; Huaya, M. 1987. Manual de Vivero Forestal Volante para la Amazonía Peruana. 2 ed. Pucallpa, Perú, Info/Cotesu. 109 p.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2009. Criterios técnicos para la producción de especies forestales de ciclo corto (rápido crecimiento), con fines de restauración. Documento técnico. CONAFOR. Guadalajara, México. 9 p.
- Credo, C. 2005. Conferencia "Promoción y Transferencia de Conocimientos sobre Reforestación Artificial y por Regeneración Natural (2005, Tingo María, Perú); Ed. Cámara Forestal. ITTO.
- Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Copyright © 1981. Columbia University Press. Conabio. 53 p.
- Dickson, A; Leaf, A; Hosner. J. 1960. Quality appraisal of White Spruce and White Pine seedlings stock in nurseries. *Forestry Chronicle*. 36(1): 10-13.

- Domínguez, S; Oliet, J; Carrasco, I; Peñuelas, JL; Serrada, R. 2000. Influencia de la relación N-P-K en el desarrollo en vivero y en campo de planta de *Pinus pinea*. Actas del 1er Simposio del pino piñonero (*Pinus pinea* L.). Tomo I: 195-202.
- Duryea, ML. 1985. Evaluating seedling quality procedures and descriptive abilities of mayor tests. Forest Research Laboratory. Oregon State University. Corvallis. p. 121-145.
- Encarnación, F. 1983. Nomenclatura de las especies forestales comunes en el Perú. Lima, Perú. 149 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2015. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La innovación en agricultura familiar. Roma, Italia, FAO.
- Farro, A. 2015. Efecto del abono orgánico bokashi sobre el desarrollo de la Capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook F. Ex.) producidas en tubetes y en bolsas de polietileno. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 66 p.
- Flores, Y. 2002. INIA. Semilla de especies forestales de importancia económica en la región Ucayali. Ucayali, Perú. 81 p.
- Fonseca, EP. 2001. Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO₂, na água de irrigação. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, Brasil. 72 p.

- Frade, EF; Araújo, JA; Silva, SB; Moreira, JGV; Souza, LP. 2011. Substratos de resíduos orgânicos para produção de mudas de Ingazeiro (*Inga edulis* Mart) no vale do Juruá - Acre. Enciclopédia Biosfera, Goiânia. 7(13):959-969.
- García, M. 2002. Guía para el establecimiento de plantaciones de pinos a raíz desnuda en Michoacán. Boletín Técnico Núm. 3. Vol. 1. C. E. Uruapan. CIRPAC. INIFAP. SAGARPA-COFOM. Uruapan, Mich. 39 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. Argentina. 10 p.
- González, V. 1995. Tipos de envase. In: Viveros forestales. SAGAR-INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. INIFAP, México D.F; ME, INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 179 p. (Boletín Técnico no. 3).
- Grubb, P.J. 1995. Mineral nutrition and soil fertility in tropical rain forest. In: A.E. Lugo y C. Lowe (eds.) Tropical forest: management and ecology. Springer-Verlag, Ecological Studies v. 112. New York, USA. p. 308-330.
- Higuera, M. 2008. Los microorganismos del suelo en la nutrición vegetal. Medellín, Colombia. 12 p.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 1996. Manual de identificación de especies forestales de la Subregión Andina, INIA- OIMT. PD 150/91. Lima, Perú. 489 p.

- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2005. El cedro, establecimiento y manejo en la huasteca potosina. San Luis Potosí, México. 25 p.
- Krause, GH; Weis, E. 1991. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basis. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 42:313-349.
- Landis, TD. 1985. Mineral nutrition as an index of seedling quality. In: Duryea, M. L. (ed.). *Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major test*. Oregon State University, Corvallis. p. 29-48.
- Leyva, RF; Rosell PR; Ramírez RA; Romero, RI. 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.
- Mexal, JG; Landis TD. 1990. Target seedling concepts: height and diameter. In: *Target seedlings symposium*. Gen. Tech. Rep. USDA Forests. 13:105-119.
- Mostacero, J; Mejia, C; Gamarra, T. 2002. *Taxonomía de las fanerógamos útiles del Perú*. Vol I. Lima, Perú, CONCYTEC. 667 p.
- Ocaña, D. 1996. *Desarrollo Forestal Campesino en la Región Andina del Perú*. Lima, PE, FAO-Holanda/PRONAMACHS. 218 p.

- Oliet, J. 1995. Influencia de la fertilización en vivero sobre la calidad de la planta y la supervivencia en campo de varias especies forestales. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba. Córdoba, España.
- Orozco, GG; Muñoz, FHJ; Villaseñor, RFJ; Rueda, SA; Sigala RJA; Prieto, RJA. 2010. Diagnóstico de calidad de planta en los viveros forestales del estado de Colima. Folleto Técnico Núm. 1. SAGARPA. INIFAP. CIRPAC. Campo Experimental Uruapan, Michoacán, México. 47 p.
- Orsag, V. 2010. El recurso suelo, principios para su manejo y conservación Primera edición, Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía, Bolivia. 9 p.
- Osorio, NW. 2014. Manejo de nutrientes del suelo del trópico, capítulo 2. p. 19-24.
- Palma, E. 1995. El Manejo Forestal Comunitario en la Selva Maya. Versión campesina. Resumen final del seminario móvil. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. p. 12-34.
- Prieto, JA; Alarcón, M. 1998. Producción de planta forestal. Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAP-SAGAR. Durango, México. Folleto Técnico número 10. 19 p.
- Prieto, R; García, R; Mejía, B; Huchín, A; 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, México. 48 p.

- Prieto, R; Vera, C; Merlín, B. 2003. Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. Folleto Técnico Núm. 12. Primera reimpresión. Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAPSAGARPA. Durango, México. 24 p.
- Quevedo, G. 1994. Crecimiento inicial de *Guazuma crinita* trasplantada a campo abierto con aplicación de tres dosis de humus de lombriz y a tres distanciamientos. *Folia Amazónica*. 6(1-2):1-89.
- Ramírez, C; Rodríguez, T. 2004. Efecto de la calidad de planta, exposición y micrositio en una plantación de *Quercus rugosa*. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Rodríguez, D. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. Universidad Autónoma Chapingo. Mundi Prensa México. 156 p.
- Rojas, F. 2001. Viveros forestales. EUNED, San José, Costa Rica. 256 p.
- Rojas, JJ. 2015. Fertilidad de suelos en plantaciones forestales del trópico colombiano. Medellín, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 81 p.
- Rook, DA. 1991. Seedling development and physiology in relation to mineral nutrition. In: van den Driessche, R. (Ed.): *Mineral nutrition in conifer seedlings*. CRC Press. p. 86-112.
- Ruiz, P; Domínguez, S. 1997. Estudio sobre factores influyentes en un ensayo de fertilización de planta de *Pinus pinea* L.: potencial de regeneración de

raíces, concentración de nutrientes y tamaño de planta. E.U.I.T.F. Universidad Politécnica de Madrid. Inédito.

Sáenz, RJT; Villaseñor, RFJ; Muñoz, FHJ; Rueda, SA; Prieto, RJA. 2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico Núm. 17. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Michoacán, México. 48 p.

Salcedo, G; De La O, AP; Guzmán, L. 2014. El concepto de agricultura familiar en América Latina y el Caribe. En: Guzmán, Lya y Salcedo, Salomón (eds). Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de política. Santiago de Chile, Chile, FAO. p. 18-33.

Salisbury, FB; Ross, CW. 1994. Fisiología vegetal. Editorial Iberoamérica. 759 p.

Santiago, T; Sánchez, V; Monroy, R; García, G. 2007. Manual de producción de especies forestales tropicales en contenedor. INFAP-CIRGOC. Campo Experimental El Palmar. Folleto Técnico Núm. 44. Tezonapa, Ver., México. 73 p.

Sutton, RF. 1979. Planting stock quality and grading. Forest Ecology and Management. 2:123-132.

Thompson, B. 1985. Seedling morphological evaluation. What can you tell by looking? In: Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of mayor test. Forest Research Lab. Oregon University Corvallis. 59-69.

- Timmer, VR; Armstrong, G. 1987. Growth and nutrition of containerized *Pinus resinosa* at exponentially increasing nutrient additions. *Can. J. For. Res.* 17:644-647.
- 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.
- Valdecantos, A; Cortina, J; Vallejo, VR. 2006. Nutrient status and field performance of tree seedlings planted on Mediterranean degraded areas. *Annals of Forest Science.* 63: 1-8.
- Villar, SP; Planelles, R; Enríquez, E; Peñuelas, RJL; Zazo, MJ. 2001. Influencia de la fertilización y el sombreado en el vivero sobre la calidad de planta de *Quercus ilex* L. y su desarrollo en campo. Actas del 111 Congreso Forestal Español. Junta de Andalucía (ed.). Consejería de Medio Ambiente. Granada, España. Mesa. 3:770-776.
- Villarroel, R. 2000. Diagnóstico de la fertilidad del suelo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Centro Regional de Investigación Remehue serie Actas N° 4. 71 p.
- Wakeley, PC. 1954. Planting the southern pines. USDA. Monog. 18. 233 p.

ANEXO

Anexo I. Datos de evaluaciones

Cuadro 20. Datos cuantitativos de Altura (H), Diámetro (D) e Índice de esbeltez (IE) de los plantones en bolaina y capirona a 120 días de repique.

N°	Bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i>)			Capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i>)		
	H (cm)	D (mm)	IE	H (cm)	D (mm)	IE
1	39,56	5,3	7,46	32,54	5,96	5,46
2	41,21	6,54	6,3	29,43	6,21	4,74
3	43,5	6,88	6,95	34,35	5,96	5,76
4	49,25	6,32	7,79	30,64	5,78	5,3
5	50,47	7,03	7,18	36,28	6,25	5,8
6	49,6	6,82	7,27	28,5	6,37	4,47
7	48,6	6,96	6,98	29,64	6,88	4,31
8	51,1	5,6	9,13	28,38	6,74	4,21
9	42,65	6,09	6,94	32,7	5,98	5,47
10	39,58	5,93	7,2	36,28	5,87	6,18
11	39,78	6,25	6,36	28,2	6,25	4,51
12	40,25	6,37	6,32	29,47	6,37	4,63
13	39,47	6,88	5,74	29,32	6,25	4,69
14	60,24	6,74	8,94	34,21	6,37	5,37
15	57,8	5,98	9,67	32,36	6,88	4,7
16	53,6	5,87	9,13	30,41	6,74	4,51
17	42,02	6,82	6,16	32,6	5,98	5,45
18	39,95	6,96	5,74	30,68	5,87	5,23
19	47,57	7,23	6,58	33,54	6,23	5,38
20	42,65	5,96	7,16	29,57	5,96	4,96
21	48,52	5,78	8,39	32,54	5,78	5,63

N°	Bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i>)			Capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i>)		
	H (cm)	D (mm)	IE	H (cm)	D (mm)	IE
22	47,65	6,93	6,88	29,43	6,93	4,25
23	52,25	7,11	7,35	34,35	6,25	5,5
24	51,05	6,42	7,95	31,04	6,37	4,87
25	42,65	5,93	7,19	27,96	6,88	4,06
26	39,57	7,3	5,42	34,35	6,74	5,1
27	43,5	6,38	6,82	29,47	5,98	4,93
28	49,25	6,95	7,09	34,6	6,25	5,54
29	50,47	6,54	7,72	28,5	6,37	4,47
30	41,62	6,98	5,96	27,86	6,88	4,05
31	54,2	7,05	7,69	29,64	5,74	5,16
32	39,58	5,47	7,24	31,8	5,98	5,32
33	47,65	5,93	8,04	32,34	6,25	5,17
34	42,65	6,63	6,43	29,47	6,37	4,63
35	49,63	6,97	7,12	30,57	6,88	4,44
36	39,58	7,12	5,56	33,69	6,74	5
37	57,62	6,97	8,27	28,47	5,98	4,76
38	39,58	6,93	5,71	33,69	5,87	5,74
39	53,54	7,03	7,62	33,47	6,25	5,36
40	42,65	6,78	6,29	28,68	6,37	4,5
41	54,06	6,46	8,37	31,57	6,65	4,75
42	42,63	6,94	6,14	29,58	6,52	4,54
43	43,5	5,36	8,12	28,14	5,97	4,71
44	49,25	6,72	7,33	30,47	6,33	4,81
45	50,47	6,87	7,35	35,69	5,93	6,02
46	51,2	6,81	7,52	29,58	6,37	4,64

N°	Bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i>)			Capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i>)		
	H (cm)	D (mm)	IE	H (cm)	D (mm)	IE
47	49,52	6,87	7,21	30,47	6,88	4,43
48	57,63	7,33	7,86	29,36	6,65	4,42
49	53,43	6,97	7,67	30,71	6,52	4,71
50	39,58	6,45	6,14	28,69	5,97	4,81
51	47,32	7,63	6,2	27,47	6,33	4,34
52	49,25	5,36	9,19	28,69	5,93	4,84
53	50,47	6,47	7,8	28,49	6,47	4,4
54	51,2	5,93	8,63	29,69	5,93	5,01
55	49,52	5,24	9,45	31,58	5,33	5,92
56	43,33	7,63	5,68	30,47	6,97	4,37
57	47,66	6,21	7,67	32,87	6,45	5,1
58	51,4	6,31	8,15	29,32	5,47	5,36
59	53,63	5,93	9,04	34,35	6,45	5,33
60	48,54	6,22	7,8	29,4	6,47	4,54
61	39,58	5,74	6,9	34,35	5,93	5,79
62	39,84	5,64	7,06	30,64	5,24	5,85
63	47,65	5,83	8,17	32,54	5,36	6,07
64	42,22	5,23	8,07	29,47	6,47	4,55
65	53,04	5,95	8,91	34,35	6,45	5,33
66	51,1	5,97	8,56	30,64	5,24	5,85
67	57,3	6,65	8,62	30,64	6,65	4,61
68	43,5	6,52	6,67	32,54	6,52	4,99
69	39,57	5,97	6,63	29,41	5,97	4,93
70	51,47	6,33	8,13	29,7	6,33	4,69
71	51,1	5,93	8,62	33,48	5,93	5,65

N°	Bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i>)			Capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i>)		
	H (cm)	D (mm)	IE	H (cm)	D (mm)	IE
72	49,25	5,35	9,21	30,77	6,35	4,85
73	58,9	6,97	8,45	30,64	6,65	4,61
74	57,52	5,93	9,7	32	6,52	4,91
75	49,52	6,32	7,84	34,35	5,97	5,75
76	39,58	5,87	6,74	30,64	6,33	4,84
77	51,47	6,93	7,43	30	5,93	5,06
78	48,2	7,32	6,58	29,43	5,32	5,53
79	39,58	6,82	5,8	33,4	6,82	4,9
80	47,96	6,96	6,89	30,64	6,96	4,4
81	51,1	5,34	9,57	29,43	5,34	5,51
82	38,78	5,37	7,22	34,3	6,65	5,16
83	51,47	5,93	8,68	30,41	6,52	4,66
84	39,52	5,75	6,87	27,68	5,97	4,64
85	38,78	5,87	6,61	30,36	6,33	4,8
86	43,5	6,23	6,98	34,35	5,93	5,79
87	40,78	6,51	6,26	30,64	5,51	5,56
88	50,47	7,23	6,98	29,73	5,68	5,23
89	58,83	7,14	8,24	34,35	5,14	6,68
90	51,1	6,34	8,06	31,05	6,34	4,9
91	38,64	6,2	6,23	27,83	6,2	4,49
92	39,58	5,93	6,67	29,43	5,93	4,96
93	49,23	6,22	7,91	34,35	5,65	6,08
94	39,6	5,74	6,9	30,3	6,52	4,65
95	51,63	5,93	8,71	36,28	5,68	6,39
96	46,53	6,47	7,19	28,5	5,34	5,34

N°	Bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i>)			Capirona (<i>Calycophyllum spruceanum</i>)		
	H (cm)	D (mm)	IE	H (cm)	D (mm)	IE
97	39,58	6,87	5,76	30,41	6,2	4,9
98	50,69	5,87	8,64	28,48	5,74	4,96
99	51,1	6,92	7,38	30,49	5,93	5,14
100	36,5	5,54	6,59	27,98	6,47	4,32
Media	47,01	6,39	7,41	31,04	6,19	5,04
DE	5,94	0,6	1,04	2,27	0,44	0,55
CV	12,63	9,33	14,08	7,31	7,16	10,91
Máx.	60,24	7,63	9,7	36,28	6,97	6,68
Mín.	36,5	5,23	5,42	27,47	5,14	4,05

Cuadro 21. Datos cuantitativos de Altura (H), Diámetro (D) e Índice de esbeltez (IE) de los plantones en caoba y cedro a 120 días de repique.

N°	Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)			Cedro colorado (<i>Cedrela odorata</i>)		
	H (cm)	D (mm)	IE	H (cm)	D (mm)	IE
1	28,5	6,25	4,56	51,62	9,97	5,18
2	30,41	5,38	5,65	44,9	9,54	4,71
3	28,48	5,24	5,44	47,62	9,17	5,19
4	29,2	4,48	6,52	44,26	9,39	4,71
5	28,5	4,75	6	41,23	9,62	4,29
6	30,41	5,87	5,18	38,67	9,87	3,92
7	28,48	5,24	5,44	40,87	10,1	4,05
8	28,5	4,48	6,36	47,5	8,47	5,61
9	30,41	5,75	5,29	55,9	8,54	6,55
10	28,5	4,37	6,52	44,2	8,97	4,93
11	29,43	4,75	6,2	41,66	9,64	4,32

N°	Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)			Cedro colorado (<i>Cedrela odorata</i>)		
	H (cm)	D (mm)	IE	H (cm)	D (mm)	IE
12	34,35	6,04	5,69	47	10,25	4,59
13	30,41	5,24	5,8	39,54	9,35	4,23
14	36,28	4,48	8,1	34,5	8,46	4,08
15	28,5	5,75	4,96	41,58	8,47	4,91
16	29,64	5,24	5,66	58,6	8,62	6,8
17	32,6	5,24	6,22	40,8	9,1	4,48
18	28,5	4,48	6,36	44,5	8,97	4,96
19	30,41	4,75	6,4	55,9	9,28	6,02
20	28,48	4,46	6,39	52,41	9,45	5,55
21	34,35	5,24	6,56	51,38	9,68	5,31
22	30,41	4,48	6,79	44,2	9,32	4,74
23	28,5	4,75	6	41,74	8,95	4,66
24	28,5	5,24	5,44	38,63	9,76	3,96
25	27,86	4,48	6,22	40,85	9,85	4,15
26	28,5	5,84	4,88	51,33	9,46	5,43
27	29,47	4,48	6,58	43,68	9,74	4,48
28	28,5	4,75	6	41,23	8,54	4,83
29	30,41	4,87	6,24	41,23	10,35	3,98
30	27,86	5,38	5,18	50,47	9,39	5,37
31	28,5	5,24	5,44	44,2	9,62	4,59
32	27,86	4,48	6,22	41,28	10,38	3,98
33	28,48	4,75	6	54,6	9,47	5,77
34	34,6	5,38	6,43	51,3	8,9	5,76
35	28,5	5,24	5,44	41,23	10,4	3,96
36	27,86	5,24	5,32	41,75	9,28	4,5

N°	Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)			Cedro colorado (<i>Cedrela odorata</i>)		
	H (cm)	D (mm)	IE	H (cm)	D (mm)	IE
37	29,64	5,24	5,66	38,6	8,45	4,57
38	27,86	4,48	6,22	44,2	9,98	4,43
39	30,41	4,75	6,4	41,23	8,14	5,07
40	28,48	4,87	5,85	44,2	9,28	4,76
41	30,41	5,15	5,9	42,3	9,25	4,57
42	28,48	5,02	5,67	48,7	9,68	5,03
43	26,18	4,47	5,86	41,18	10,24	4,02
44	27,86	4,48	6,22	41,23	8,95	4,61
45	32,4	5,67	5,71	44,2	9,76	4,53
46	27,86	4,87	5,72	41,23	9,47	4,35
47	34,35	5,38	6,38	42,78	8,54	5,01
48	29,47	5,24	5,62	58,6	8,45	6,93
49	34,6	4,48	7,72	41,23	9,39	4,39
50	26,87	4,75	5,66	42,68	9,62	4,44
51	28,5	4,87	5,85	43,87	8,45	5,19
52	27,86	4,47	6,23	47,9	9,39	5,1
53	26,57	4,83	5,5	40,87	9,47	4,32
54	30,41	4,43	6,86	41,23	10,24	4,03
55	28,48	5,02	5,67	43,6	8,45	5,16
56	30,47	4,47	6,82	44,2	9,39	4,71
57	27,86	4,83	5,77	41,24	9,62	4,29
58	27,86	5,43	5,13	48,67	9,68	5,03
59	27,58	4,83	5,71	44,2	10,36	4,27
60	29,47	4,43	6,65	41,1	9,47	4,34
61	27,86	4,43	6,29	44,2	9,78	4,52

N°	Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)			Cedro colorado (<i>Cedrela odorata</i>)		
	H (cm)	D (mm)	IE	H (cm)	D (mm)	IE
62	28,5	3,74	7,62	41,23	9,68	4,26
63	27,86	4,43	6,29	44,2	9,39	4,71
64	28,48	5,02	5,67	49,78	9,62	5,17
65	27,86	4,47	6,23	47,57	9,47	5,02
66	30,21	4,83	6,25	41,23	9,66	4,27
67	28,48	5,69	5,01	44,2	9,88	4,47
68	27,86	5,27	5,29	41,1	9,62	4,27
69	27,86	5,02	5,55	43,47	9,68	4,49
70	27,86	4,47	6,23	48,97	9,87	4,96
71	29,64	5,45	5,44	41,1	9,47	4,34
72	27,2	5,02	5,42	43,98	8,94	4,92
73	27,86	3,86	7,22	43,05	9,28	4,64
74	27,86	5,02	5,55	42,28	9,45	4,47
75	34,35	4,47	7,68	39,57	9,62	4,11
76	27,86	5,43	5,13	41,23	9,68	4,26
77	27,86	5,67	4,91	43,66	9,32	4,68
78	30,41	3,86	7,88	41,6	9,47	4,39
79	28,48	5,02	5,67	42,68	10,25	4,16
80	27,86	5,47	5,09	43,97	8,54	5,15
81	34,6	5,66	6,11	44,28	8,85	5
82	28,5	5,83	4,89	41,36	9,28	4,46
83	28,48	4,43	6,43	42,8	9,62	4,45
84	29,68	5,24	5,66	44,2	9,54	4,63
85	28,48	4,83	5,9	42,68	9,62	4,44
86	28,48	5,98	4,76	46,6	9,68	4,81

N°	Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i>)			Cedro colorado (<i>Cedrela odorata</i>)		
	H (cm)	D (mm)	IE	H (cm)	D (mm)	IE
87	28,48	5,21	5,47	44,2	9,32	4,74
88	27,86	4,43	6,29	53,67	9,47	5,67
89	31,57	5,83	5,42	40,14	9,87	4,07
90	27,47	5,68	4,84	44,2	8,54	5,18
91	28,48	5,62	5,07	41,88	10,24	4,09
92	27,86	4,83	5,77	43,96	9,78	4,49
93	28,48	5,83	4,89	39,36	9,62	4,09
94	29,65	5,02	5,91	47,63	9,68	4,92
95	28,48	4,83	5,9	48,6	9,38	5,18
96	28,48	5,69	5,01	50,24	9,67	5,2
97	33,6	5,14	6,54	41,1	9,62	4,27
98	27,58	5,36	5,15	41,1	9,88	4,16
99	30,69	5,83	5,26	41,1	9,32	4,41
100	32,6	5,36	6,08	45,67	9,47	4,82
Media	29,32	5,02	5,9	44,35	9,43	4,72
DE	2,05	0,52	0,7	4,49	0,51	0,59
CV	6,98	10,38	11,85	10,12	5,41	12,44
Máx.	36,28	6,25	8,1	58,6	10,4	6,93
Mín.	26,18	3,74	4,56	34,5	8,14	3,92

Cuadro 22. Datos cuantitativos de Relación altura (H) / Longitud de raíz (LR) de los plantones en cuatro especies forestales a los 30 días de repique.

Especie forestal	Nombre común	Bolaina blanca			Capirona			Caoba			Cedro colorado		
	Nombre científico	<i>Guazuma crinita</i>			<i>Calycophyllum spruceanum</i>			<i>Swietenia macrophylla</i>			<i>Cedrela odorata</i>		
	N°	H (cm)	LR (cm)	RA/LR	H (cm)	LR (cm)	RA/LR	H (cm)	LR (cm)	RA/LR	H (cm)	LR (cm)	RA/LR
	1	8,36	8,11	1,03	7,10	6,40	1,11	9,90	8,90	1,11	10,60	7,10	1,49
	2	9,62	7,68	1,25	8,20	6,24	1,31	10,50	8,59	1,22	12,30	10,10	1,22
	3	8,92	6,79	1,31	8,23	5,87	1,40	11,58	7,69	1,51	12,10	8,63	1,40
	4	8,45	8,68	0,97	6,50	4,90	1,33	9,64	8,15	1,18	10,80	6,54	1,65
	5	8,87	6,94	1,28	8,42	5,54	1,52	9,97	7,58	1,32	11,10	5,60	1,98
	6	7,79	9,64	0,81	8,10	5,24	1,55	10,20	6,98	1,46	13,20	6,50	2,03
	7	9,42	8,36	1,13	6,80	4,89	1,39	10,45	9,87	1,06	10,30	9,48	1,09
	8	7,59	7,68	0,99	5,59	4,80	1,16	11,80	9,56	1,23	10,60	8,56	1,24
	9	7,26	7,25	1,00	8,46	6,89	1,23	10,36	7,36	1,41	7,90	6,00	1,32
	10	6,87	7,33	0,94	7,00	6,80	1,03	11,40	6,58	1,73	9,50	5,40	1,76
	Promedio	8,32	7,85	1,07	7,44	5,76	1,30	10,58	8,13	1,32	10,84	7,39	1,52
	Desviación estándar	0,92	0,87	0,17	0,98	0,80	0,17	0,75	1,09	0,21	1,50	1,68	0,33
	Varianza	0,85	0,76	0,03	0,96	0,64	0,03	0,57	1,19	0,04	2,24	2,81	0,11
	Coefficiente de variación (%)	11,07	11,13	15,49	13,19	13,87	13,07	7,11	13,41	15,51	13,82	22,69	21,56
	Valor máximo	9,62	9,64	1,31	8,46	6,89	1,55	11,80	9,87	1,73	13,20	10,10	2,03
	Valor mínimo	6,87	6,79	0,81	5,59	4,80	1,03	9,64	6,58	1,06	7,90	5,40	1,09

Cuadro 23. Datos cuantitativos de Relación altura (H) / Longitud de raíz (LR) de los plantones en cuatro especies forestales a los 60 días de repique.

Especie forestal	Nombre común	Bolaina blanca			Capirona			Caoba			Cedro colorado		
	Nombre científico	<i>Guazuma crinita</i>			<i>Calycophyllum spruceanum</i>			<i>Swietenia macrophylla</i>			<i>Cedrela odorata</i>		
	N°	H (cm)	LR (cm)	RA/LR	H (cm)	LR (cm)	RA/LR	H (cm)	LR (cm)	RA/LR	H (cm)	LR (cm)	RA/LR
	1	23,3	22,3	1,04	21,5	22,3	0,96	16,8	15,6	1,08	28,4	18,9	1,50
	2	26,7	22,7	1,18	21,2	20,8	1,02	24,8	22,5	1,10	24,2	26,7	0,91
	3	17,9	21,8	0,82	18,6	18,9	0,98	17,3	19,3	0,90	21,5	20,5	1,05
	4	24,6	20,2	1,22	20,2	17,6	1,15	17,9	18,3	0,98	23,6	24,3	0,97
	5	25,2	25,6	0,98	16,9	15,6	1,08	21,8	18,1	1,20	26,8	17,8	1,51
	6	21,9	22,3	0,98	16,7	19,6	0,85	22,2	16,8	1,32	24,2	20,4	1,19
	7	24,6	18,3	1,34	18,7	19,8	0,94	16,5	15,9	1,04	23,6	24,6	0,96
	8	24,5	28,9	0,85	16,5	16,3	1,01	17,4	14,9	1,17	22,1	24,8	0,89
	9	23,4	19,5	1,20	17,6	17,2	1,02	15,7	20,6	0,76	22,5	18,5	1,22
	10	23,8	22,9	1,04	20,8	20,2	1,03	16,5	19,6	0,84	24,7	22,1	1,12
	Promedio	23,59	22,45	1,07	18,87	18,83	1,01	18,69	18,16	1,04	24,16	21,86	1,13
	Desviación estándar	2,37	3,04	0,17	1,94	2,12	0,08	3,08	2,41	0,17	2,11	3,09	0,23
	Varianza	5,61	9,25	0,03	3,75	4,48	0,01	9,52	5,81	0,03	4,44	9,57	0,05
	Coefficiente de variación (%)	10,04	13,55	15,73	10,26	11,24	7,90	16,51	13,28	16,63	8,72	14,15	19,97
	Valor máximo	26,70	28,90	1,34	21,50	22,30	1,15	24,80	22,50	1,32	28,40	26,70	1,51
	Valor mínimo	17,90	18,30	0,82	16,50	15,60	0,85	15,70	14,90	0,76	21,50	17,80	0,89

Cuadro 24. Datos cuantitativos de Relación altura (H) / Longitud de raíz (LR) de los plantones en cuatro especies forestales a los 90 días de repique.

Especie forestal	Nombre común	Bolaina blanca			Capirona			Caoba			Cedro colorado		
	Nombre científico	<i>Guazuma crinita</i>			<i>Calycophyllum spruceanum</i>			<i>Swietenia macrophylla</i>			<i>Cedrela odorata</i>		
	N°	H (cm)	LR (cm)	RA/LR	H (cm)	LR (cm)	RA/LR	H (cm)	LR (cm)	RA/LR	H (cm)	LR (cm)	RA/LR
	1	44,60	19,89	2,24	35,50	20,75	1,71	24,30	20,60	1,18	47,30	22,40	2,11
	2	52,60	24,30	2,16	36,40	23,67	1,54	25,30	23,57	1,07	44,90	25,60	1,75
	3	43,60	27,60	1,58	34,20	23,70	1,44	27,60	24,70	1,12	47,00	28,47	1,65
	4	39,60	23,80	1,66	25,60	22,78	1,12	23,30	23,23	1,00	44,20	20,20	2,19
	5	43,60	21,86	1,99	34,20	21,36	1,60	20,78	18,10	1,15	41,10	22,30	1,84
	6	40,30	22,90	1,76	28,50	23,00	1,24	28,65	20,10	1,43	38,60	24,53	1,57
	7	35,60	23,90	1,49	22,40	23,70	0,95	29,36	27,68	1,06	40,80	26,62	1,53
	8	44,10	23,36	1,89	28,30	19,68	1,44	34,20	32,47	1,05	34,50	23,84	1,45
	9	45,70	25,67	1,78	27,50	22,50	1,22	28,60	20,60	1,39	43,90	33,50	1,31
	10	50,20	23,62	2,13	26,40	19,82	1,33	27,60	26,75	1,03	42,30	22,57	1,87
	Promedio	43,99	23,69	1,87	29,90	22,10	1,36	26,97	23,78	1,15	42,46	25,00	1,73
	Desviación estándar	4,94	2,06	0,26	4,81	1,58	0,23	3,74	4,30	0,15	3,92	3,83	0,28
	Varianza	24,40	4,24	0,07	23,10	2,49	0,05	14,00	18,53	0,02	15,33	14,65	0,08
	Coefficiente de variación (%)	11,23	8,69	13,79	16,07	7,15	17,13	13,87	18,10	12,77	9,22	15,31	16,31
	Valor máximo	52,60	27,60	2,24	36,40	23,70	1,71	34,20	32,47	1,43	47,30	33,50	2,19
	Valor mínimo	35,60	19,89	1,49	22,40	19,68	0,95	20,78	18,10	1,00	34,50	20,20	1,31

Cuadro 25. Datos cuantitativos de Relación altura (H) / Longitud de raíz (LR) de los plantones en cuatro especies forestales a los 120 días de repique.

Especie forestal	Nombre común	Bolaina blanca			Capirona			Caoba			Cedro colorado		
	Nombre científico	<i>Guazuma crinita</i>			<i>Calycophyllum spruceanum</i>			<i>Swietenia macrophylla</i>			<i>Cedrela odorata</i>		
	N°	H (cm)	LR (cm)	RA/LR	H (cm)	LR (cm)	RA/LR	H (cm)	LR (cm)	RA/LR	H (cm)	LR (cm)	RA/LR
	1	52,21	24,58	2,12	40,25	21,25	1,89	31,54	30,02	1,05	51,23	23,48	2,18
	2	48,38	24,63	1,96	37,50	23,44	1,60	28,45	27,25	1,04	47,89	30,62	1,56
	3	53,24	25,33	2,10	38,21	23,70	1,61	32,50	29,54	1,10	47,95	31,45	1,52
	4	55,2	24,40	2,26	30,41	26,60	1,14	27,25	28,25	0,96	45,22	27,52	1,64
	5	55,68	24,03	2,32	29,14	23,54	1,24	26,57	28,64	0,93	41,10	29,63	1,39
	6	48,6	20,48	2,37	28,50	23,40	1,22	31,62	26,34	1,20	38,48	31,25	1,23
	7	39,48	23,58	1,67	24,69	24,90	0,99	31,65	27,68	1,14	41,68	27,68	1,51
	8	52,36	22,67	2,31	36,24	21,36	1,70	33,60	26,98	1,25	37,90	29,67	1,28
	9	47,89	22,33	2,14	33,58	23,12	1,45	29,40	24,69	1,19	42,87	36,20	1,18
	10	47,52	24,68	1,93	26,87	23,78	1,13	27,98	23,64	1,18	49,63	30,04	1,65
	Promedio	50,06	23,67	2,12	32,54	23,51	1,40	30,06	27,30	1,11	44,40	29,75	1,52
	Desviación estándar	4,79	1,46	0,22	5,35	1,55	0,30	2,43	2,01	0,11	4,68	3,27	0,29
	Varianza	22,90	2,13	0,05	28,57	2,39	0,09	5,90	4,05	0,01	21,93	10,69	0,08
	Coficiente de variación (%)	9,56	6,17	10,20	16,43	6,57	21,13	8,08	7,38	9,62	10,55	10,99	18,99
	Valor máximo	55,68	25,33	2,37	40,25	26,60	1,89	33,60	30,02	1,25	51,23	36,20	2,18
	Valor mínimo	39,48	20,48	1,67	24,69	21,25	0,99	26,57	23,64	0,93	37,90	23,48	1,18

Cuadro 26. Datos cuantitativos de Relación biomasa aérea (BSA) / biomasa seca raíz (BSR) de los plantones en cuatro especies forestales a los 30 días de repique.

Especie forestal	Nombre común	Bolaina blanca			Capirona			Caoba			Cedro colorado		
	Nombre científico	<i>Guazuma crinita</i>			<i>Calycophyllum spruceanum</i>			<i>Swietenia macrophylla</i>			<i>Cedrela odorata</i>		
N°		BSA (gr)	BSR (gr)	R BSA/BS R	BSA (gr)	BSR (gr)	R BSA/BS R	BSA (gr)	BSR (gr)	R BSA/BS R	BSA (gr)	BSR (gr)	R BSA/BS R
1		0,17	0,06	2,90	0,16	0,06	2,84	0,73	0,23	3,13	0,33	0,18	1,80
2		0,14	0,05	2,58	0,19	0,07	2,90	0,76	0,14	5,52	0,36	0,17	2,14
3		0,12	0,03	3,67	0,30	0,12	2,44	0,85	0,31	2,74	0,38	0,21	1,77
4		0,07	0,04	1,76	0,21	0,11	1,91	0,79	0,27	2,98	0,22	0,12	1,91
5		0,20	0,06	3,51	0,28	0,11	2,47	0,72	0,18	4,03	0,17	0,11	1,47
6		0,16	0,07	2,29	0,33	0,15	2,21	1,00	0,25	4,06	0,30	0,13	2,20
7		0,21	0,08	2,49	0,18	0,06	3,00	0,93	0,32	2,90	0,40	0,18	2,27
8		0,26	0,09	2,92	0,12	0,07	1,75	0,64	0,28	2,32	0,29	0,11	2,77
9		0,23	0,08	2,88	0,30	0,15	2,00	0,80	0,29	2,72	0,11	0,08	1,28
10		0,29	0,07	4,03	0,23	0,07	3,30	0,81	0,31	2,60	0,15	0,09	1,78
Promedio		0,19	0,06	2,90	0,23	0,10	2,48	0,80	0,26	3,30	0,27	0,14	1,94
Desviación estándar		0,07	0,02	0,68	0,07	0,04	0,52	0,10	0,06	0,97	0,10	0,04	0,43
Varianza		0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	0,27	0,01	0,00	0,93	0,01	0,00	0,18
Coefficiente de variación (%)		36,35	29,66	23,46	30,86	38,77	20,82	13,03	23,34	29,31	37,87	32,22	22,02
Valor máximo		0,29	0,09	4,03	0,33	0,15	3,30	1,00	0,32	5,52	0,40	0,21	2,77
Valor mínimo		0,07	0,03	1,76	0,12	0,06	1,75	0,64	0,14	2,32	0,11	0,08	1,28

Cuadro 27. Datos cuantitativos de Relación biomasa aérea (BSA) / biomasa seca raíz (BSR) de los plantones en cuatro especies forestales a los 60 días de repique.

Especie forestal	Nombre común	Bolaina blanca			Capirona			Caoba			Cedro colorado		
	Nombre científico	<i>Guazuma crinita</i>			<i>Calycophyllum spruceanum</i>			<i>Swietenia macrophylla</i>			<i>Cedrela odorata</i>		
N°		BSA (gr)	BSR (gr)	R BSA/BS R	BSA (gr)	BSR (gr)	R BSA/BS R	BSA (gr)	BSR (gr)	R BSA/BS R	BSA (gr)	BSR (gr)	R BSA/BS R
1		2,33	0,82	2,85	2,34	0,94	2,48	1,99	0,47	4,23	2,71	0,96	2,84
2		2,48	1,16	2,15	2,35	0,91	2,58	1,61	0,43	3,75	2,67	1,42	1,88
3		0,63	0,27	2,35	1,51	0,66	2,31	2,05	0,60	3,44	1,99	1,16	1,72
4		2,13	0,85	2,50	1,66	0,53	3,13	1,93	0,52	3,72	2,47	1,21	2,04
5		1,49	0,49	3,07	1,98	0,69	2,88	1,79	0,32	5,62	1,71	0,89	1,93
6		1,60	0,52	3,05	1,69	0,64	2,63	2,61	0,54	4,85	1,71	0,75	2,29
7		1,95	0,52	3,71	1,24	0,50	2,47	2,00	0,59	3,37	1,65	0,93	1,78
8		3,22	1,00	3,21	1,06	0,36	2,90	1,95	0,66	2,94	1,64	1,24	1,31
9		1,67	0,42	4,01	1,74	0,69	2,54	1,91	0,58	3,29	1,66	0,71	2,34
10		1,62	0,61	2,66	1,66	0,59	2,80	2,02	0,48	4,20	2,29	1,83	1,25
Promedio		1,91	0,67	2,95	1,72	0,65	2,67	1,99	0,52	3,94	2,05	1,11	1,94
Desviación estándar		0,69	0,28	0,59	0,42	0,18	0,25	0,26	0,10	0,81	0,44	0,34	0,48
Varianza		0,48	0,08	0,34	0,17	0,03	0,06	0,07	0,01	0,65	0,20	0,12	0,23
Coefficiente de variación (%)		36,29	42,19	19,81	24,21	26,91	9,34	12,88	19,10	20,51	21,66	30,64	24,60
Valor máximo		3,22	1,16	4,01	2,35	0,94	3,13	2,61	0,66	5,62	2,71	1,83	2,84
Valor mínimo		0,63	0,27	2,15	1,06	0,36	2,31	1,61	0,32	2,94	1,64	0,71	1,25

Cuadro 28. Datos cuantitativos de Relación biomasa aérea (BSA) / biomasa seca raíz (BSR) de los plantones en cuatro especies forestales a los 90 días de repique.

Especie forestal	Nombre común	Bolaina blanca			Capirona			Caoba			Cedro colorado		
	Nombre científico	<i>Guazuma crinita</i>			<i>Calycophyllum spruceanum</i>			<i>Swietenia macrophylla</i>			<i>Cedrela odorata</i>		
N°		BSA (gr)	BSR (gr)	R BSA/BS R	BSA (gr)	BSR (gr)	R BSA/BS R	BSA (gr)	BSR (gr)	R BSA/BS R	BSA (gr)	BSR (gr)	R BSA/BS R
1		5,44	4,16	1,31	4,61	1,75	2,64	1,75	0,49	3,57	5,80	2,12	2,74
2		4,91	3,32	1,48	3,86	2,77	1,39	2,63	0,59	4,46	5,03	1,87	2,68
3		5,45	2,94	1,85	3,95	1,76	2,24	2,32	0,62	3,74	7,12	2,93	2,44
4		6,33	3,71	1,71	3,32	1,44	2,30	2,24	0,84	2,67	8,58	3,76	2,28
5		4,16	2,14	1,94	3,74	1,17	3,20	2,04	0,68	3,00	6,12	2,01	3,05
6		4,62	2,07	2,23	2,72	1,57	1,73	2,68	0,45	5,96	6,28	2,10	2,99
7		4,22	2,32	1,82	4,88	2,05	2,38	2,35	0,84	2,80	5,74	2,85	2,01
8		3,98	2,12	1,88	7,29	2,53	2,88	2,38	0,93	2,56	7,52	4,35	1,73
9		4,72	2,18	2,16	3,16	1,39	2,26	2,57	0,71	3,62	10,53	3,65	2,89
10		4,87	1,98	2,46	3,60	1,54	2,34	2,14	0,77	2,78	11,65	4,42	2,63
Promedio		4,87	2,70	1,88	4,11	1,80	2,34	2,31	0,69	3,51	7,44	3,01	2,54
Desviación estándar		0,71	0,79	0,34	1,29	0,51	0,52	0,29	0,16	1,05	2,19	0,98	0,43
Varianza		0,51	0,62	0,12	1,66	0,26	0,27	0,08	0,02	1,10	4,79	0,97	0,19
Coefficiente de variación (%)		14,66	29,25	18,29	31,32	28,43	22,11	12,36	22,69	29,79	29,43	32,73	16,90
Valor máximo		6,33	4,16	2,46	7,29	2,77	3,20	2,68	0,93	5,96	11,65	4,42	3,05
Valor mínimo		3,98	1,98	1,31	2,72	1,17	1,39	1,75	0,45	2,56	5,03	1,87	1,73

Cuadro 29. Datos cuantitativos de Relación biomasa aérea (BSA) / biomasa seca raíz (BSR) de los plantones en cuatro especies forestales a los 120 días de repique.

Especie forestal	Nombre común	Bolaina blanca			Capirona			Caoba			Cedro colorado		
	Nombre científico	<i>Guazuma crinita</i>			<i>Calycophyllum spruceanum</i>			<i>Swietenia macrophylla</i>			<i>Cedrela odorata</i>		
N°		BSA (gr)	BSR (gr)	R BSA/BS R	BSA (gr)	BSR (gr)	R BSA/BS R	BSA (gr)	BSR (gr)	R BSA/BS R	BSA (gr)	BSR (gr)	R BSA/BS R
1		5,98	3,62	1,65	5,69	2,15	2,65	3,24	0,87	3,72	7,58	4,36	1,74
2		6,21	5,06	1,23	4,87	3,01	1,62	2,25	0,99	2,27	13,01	4,15	3,13
3		6,35	3,45	1,84	6,36	2,36	2,69	3,62	0,59	6,14	8,12	3,97	2,05
4		5,78	3,15	1,83	5,14	1,95	2,64	2,94	0,84	3,50	8,58	4,78	1,80
5		6,42	4,12	1,56	6,20	1,88	3,30	2,64	0,69	3,83	12,24	4,16	2,94
6		7,96	2,76	2,88	5,68	2,14	2,65	2,68	1,36	1,97	7,28	4,21	1,73
7		7,24	2,62	2,76	5,21	2,18	2,39	2,36	1,25	1,89	9,54	3,66	2,61
8		6,78	3,97	1,71	5,66	2,59	2,19	2,94	0,96	3,06	6,25	4,25	1,47
9		5,32	2,54	2,09	7,02	2,87	2,45	2,97	0,71	4,18	8,69	6,35	1,37
10		6,28	3,04	2,07	6,21	2,64	2,35	2,33	1,25	1,86	7,58	6,78	1,12
Promedio		6,43	3,43	1,96	5,80	2,38	2,49	2,80	0,95	3,24	8,89	4,67	1,99
Desviación estándar		0,75	0,79	0,52	0,65	0,39	0,43	0,43	0,26	1,34	2,17	1,04	0,68
Varianza		0,56	0,62	0,27	0,42	0,15	0,18	0,19	0,07	1,80	4,70	1,09	0,47
Coefficiente de variación (%)		11,65	22,95	26,39	11,23	16,20	17,19	15,50	27,67	41,40	24,40	22,37	34,19
Valor máximo		7,96	5,06	2,88	7,02	3,01	3,30	3,62	1,36	6,14	13,01	6,78	3,13
Valor mínimo		5,32	2,54	1,23	4,87	1,88	1,62	2,25	0,59	1,86	6,25	3,66	1,12

Anexo II. Suelos (sustrato de plantones forestales) y análisis fisiológico

Cuadro 30. Niveles del contenido de materia orgánica, Nitrógeno, Fósforo y Potasio disponible.

Nivel	M.O	N	Fósforo (ppm)	k ₂ O (kg/ha)
Bajo	<2	<0,1	<7	< 300
Medio	2 a 4	0,1 a 0,2	7 a 14	300 a 600
Alto	>4	>0,2	>14	>600

Fuente: Universidad Nacional Agraria La Molina 1984.

Cuadro 31. Niveles del pH en suelos.

Término descriptivo	Rango de pH
Ultra ácida	< 3,5
Extremadamente ácido	3,6 - 4,4
Muy fuertemente ácido	4,5 - 5,0
Fuertemente ácido	5,1 - 5,5
Moderadamente ácido	5,6 - 6,0
Ligeramente ácido	6,1 - 6,5
Neutro	6,6 - 7,3
Ligeramente alcalino	7,4 - 7,8
Moderadamente alcalino	7,9 - 8,4
Fuertemente alcalino	8,5 - 9,0
Muy fuertemente alcalino	> 9,0

Fuente: Universidad Nacional Agraria La Molina 1984.

Anexo III. Panel fotográfico

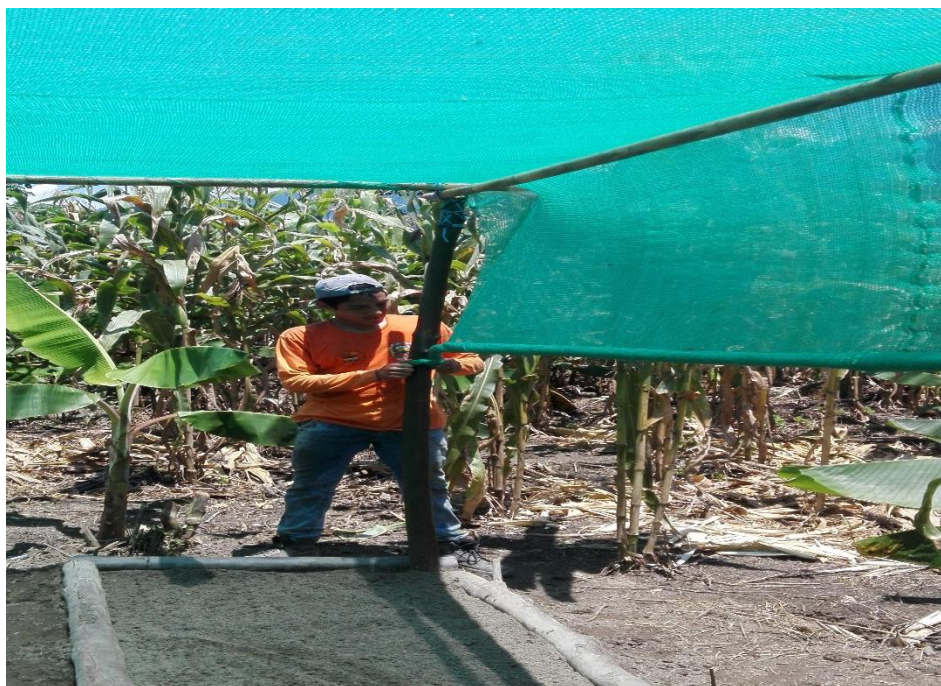


Figura 11. Construcción del vivero temporal.



Figura 12. Extracción de sustrato de purmas aluviales.



Figura 13. Llenado de bolsas y preparación de sustrato.



Figura 14. Repique de plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla*).



Figura 15. Medición de parámetros morfológicos de *Cedrela odorata* en el laboratorio de Certificación de Semillas forestales Universidad Nacional Agraria de la Selva.



Figura 16. Plantones de *Swietenia macrophylla* en un vivero temporal.



Figura 17. Traslado de plántones forestales del campo, para evaluaciones morfológicas y fisiológicas en laboratorio.



Figura 18. Medición de longitud radicular de *Guazuma crinita* C. Mart en el laboratorio de Certificación de Semillas Forestales - Universidad Nacional Agraria de la Selva.