

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



**“EFECTO DEL SUSTRATO Y TIPO DE ENVASE EN LA  
CALIDAD DE PLANTAS DE  
CEDRO LILA (*Cedrela lilloi* C. DC.) EN VIVERO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
MENCIÓN FORESTALES**

**PRESENTADO POR:**

**INGRID RADA LLOCLLA**

**2014**



**T**  
**FOR**  
**Rada Lloclla, Ingrid**

“Efecto del Sustrato y tipo de envase en la calidad de Plantas de Cedro Lila ( *Cedrela lilloi* C. DC.) en Vivero”

76 páginas.; 17 cuadros; 09 figuras.; 56 ref.; 30 cm.

Tesis ( Ingeniero en Recursos Naturales Renovables Mención Forestales )  
Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María ( Perú ) Facultad de Recursos  
Naturales Renovables. 2014

<b>1- CEDRO LILA</b>	<b>2- TAXONOMIA</b>	<b>3- ABONOS ORGANICOS</b>
<b>4- VIVERO</b>	<b>5- TRATAMIENTO</b>	<b>6- CALIDAD DE PLANTA</b>



**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 25 de agosto de 2014, a horas 7:00 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la Tesis titulada:

### **“EFECTO DEL SUSTRATO Y TIPO DE ENVASE EN LA CALIDAD DE PLANTAS DE CEDRO LILA (*Cedrela lilloi* C. DC.) EN VIVERO”**

Presentado por la Bachiller: **INGRID RADA LLOCLLA**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“MUY BUENO”**

En consecuencia, la sustentante queda apta para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**, mención **FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del Título correspondiente.

Tingo María, 11 de setiembre de 2014.

Ing. M.Sc. **CASIANO AGUIRRE ESCALANTE**  
PRESIDENTE



Ing. M.Sc. **JOSÉ LEVANO CRISÓSTOMO**  
VOCAL

Ing. **WARREN RÍOS GARCÍA**  
VOCAL

Ing. M.Sc. **LUIS A. VALDIVIA ESPINOZA**  
ASESOR

## DEDICATORIA

*A mis padres: Ingry y Winder, por el amor y apoyo que me brindaron durante toda mi vida, y por los valores que me inculcaron y me guiaron a ser mejor persona cada día.*

*A mis hermanas: Carla y Lizbeth; por estar siempre a mi lado y brindarme su apoyo incansable, porque dejaron de lado muchas cosas por mí, por lograr que me formara profesionalmente, y por todo el amor que me demostraron.*

*A mis sobrinos: Favio, Matthews, Dalfny y Micaela; porque fueron y son el motivo que me alientan a seguir adelante.*

*A mi tía Flora; por sus constantes consejos para seguir adelante, porque sé que su alegría es vernos profesionales y felices.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por permitirme llegar a alcanzar este momento tan especial en mi vida.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, por la formación profesional brindada.

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, por las enseñanzas y experiencias que forjaron en mí, el espíritu recursista que aflora con mayor intensidad con el transcurrir del tiempo.

Al Ing. Mg. Sc. Luis Alberto Valdivia Espinoza, por su valiosa orientación y apoyo en la investigación.

A todos mis amigos a quienes considero mis hermanos: Indira, Deyvis, Rocío, Silvia, Jessica, Katherine, Lorena, Lady, Alida; muchas gracias por estar conmigo en todo este tiempo en el que he pasado por momentos felices y tristes; ustedes siempre estuvieron allí para darme esa mano amiga, esa mano que desinteresadamente me apoyó y fortaleció. Gracias por su amistad y ser parte de mi vida, recuerden que siempre los tengo presente y los llevo en mi corazón.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. La planta ideal.....	3
2.2. Calidad de planta.....	4
2.2.1. Tipos de calidad de planta.....	5
2.2.2. Indicadores de calidad de planta.....	7
2.2.3. Características morfológicas.....	8
2.2.4. Interacción de variables.....	13
2.3. Abonos orgánicos.....	18
2.4. Abono orgánico bocashi.....	20
2.4.1. Recomendaciones sobre el bocashi.....	20
2.5. Producción de plantas en bolsas.....	21
2.6. Producción de plantas en tubetes.....	22
2.7. Descripción de la especie cedro lila ( <i>Cedrela lilloi</i> C. DC.).....	24
2.7.1. Taxonomía .....	24

2.7.2. Descripción botánica.....	24
2.7.3. Observaciones para el reconocimiento de la especie.....	26
2.7.4. Distribución y hábitat.....	26
2.7.5. Fenología.....	27
2.7.6. Estado de conservación.....	27
2.7.7. Usos.....	27
2.8. Antecedentes de la investigación.....	27
2.8.1. De las características morfológicas.....	27
2.8.2. De la calidad de planta.....	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1. Lugar de ejecución.....	34
3.1.1. Ubicación.....	34
3.1.2. Condiciones climáticas.....	34
3.1.3. Zona de vida.....	34
3.2. Materiales.....	35
3.2.1. Material genético.....	35
3.2.2. Sustratos (abono orgánico).....	35

3.2.3. Materiales, herramientas y equipos.....	35
3.3. Metodología.....	36
3.3.1. Etapa de vivero.....	36
3.3.2. Cálculo y clasificación de los índices de calidad para los atributos morfológicos de latifoliadas.....	39
3.3.3. Diseño experimental.....	41
3.3.4. Modelo estadístico.....	42
3.3.5. Variables dependientes evaluadas.....	43
3.3.6. Variables independientes evaluadas.....	44
IV. RESULTADOS.....	45
4.1. Altura de plantas de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC.....	45
4.2. Diámetro de tallo de plantas de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC.....	51
4.3. Relación altura/diámetro o índice de robustez (IR).....	58
4.4. Relación tallo/raíz.....	61
4.5. Índice de Calidad de Dickson.....	62
V. DISCUSIÓN.....	63
5.1. Altura de plantas de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC.....	63



5.2. Diámetro de tallo de plantas de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC.....	65
5.3. Relación altura/diámetro o índice de robustez (IR).....	68
5.4. Relación tallo/raíz.....	69
5.5. Índice de Calidad de Dickson.....	71
VI. CONCLUSIONES.....	74
VII. RECOMENDACIONES.....	76
VIII. ABSTRACT.....	77
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
ANEXO.....	88

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Coeficientes o índices para evaluar y determinar la calidad de planta.....	16
2. Detalle de las dosis (niveles) de abono orgánico (bocashi).....	37
3. Clasificación de los índices de calidad para los atributos morfológicos de latifoliadas.....	40
4. Tratamientos del experimento factorial. ....	41
5. Fuentes de variación y grados de libertad del experimento factorial.....	43
6. Análisis de varianza para la altura (cm) de plantas de cedro lila ( <i>Cedrela lilloi</i> C. DC.), utilizando 5 niveles de bocashi con 2 diferentes tipos de envase, a 180 días del repique.....	46
7. Análisis de los efectos simples entre los niveles de bocashi y tipos de envase (AxB), para la altura de plantas de cedro lila ( <i>Cedrela lilloi</i> C. DC.) a 180 días del repique.....	47
8. Altura de plántones de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. a 180 días del repique, con respecto al efecto simple del factor A (niveles de bocashi) en el factor B (tipos de envase) (promedio $\pm$ error estándar).....	48
9. Altura de plántones de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. a 180 días del repique, con respecto al efecto simple del factor B (tipo de envase) en el	

factor A (niveles de bocashi). (Promedio $\pm$ error estándar).....	50
10. Análisis de varianza para el diámetro de tallo (cm) de plantones de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. utilizando 5 niveles de bocashi con dos diferentes tipos de envase correspondiente a 180 días del repique...	52
11. Análisis de los efectos simples entre los niveles de bocashi y tipo de envase (AxB) para el diámetro de tallo de plantones de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. a 180 días del repique.....	53
12. Diámetro de tallo de plantones de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. a 180 días del repique, con respecto al efecto simple del factor A (nivel de bocashi) en el factor B (tipo de envase). (Promedio $\pm$ error estándar).....	55
13. Diámetro de tallo de plantones de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. a 180 días del repique, con respecto al efecto simple del factor B (tipo de envase) en el factor A (niveles de bocashi). (Promedio $\pm$ error estándar).....	57
14. Relación altura/diámetro (índice de robustez) de los plantones de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. por tratamiento, a 30, 60, 90, 120 y 180 días del repique.....	59
15. Relación altura/diámetro (índice de robustez) de los plantones de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. por tratamiento, a 180 días del repique.....	60
16. Relación tallo/raíz de los plantones de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. por tratamiento, a 180 días del repique.....	61
17. Índice de Calidad de Dickson de los plantones de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. por tratamiento, a 180 días del repique.....	62

18.	Altura promedio (cm)/planta/tratamiento.....	89
19.	Diámetro promedio (mm)/planta/tratamiento.....	89
20.	Relación altura/diámetro (índice de robustez) por tratamiento.....	89
21.	Relación altura/diámetro (índice de robustez) por tratamiento.....	89
22.	Biomasa seca aérea (g) promedio/planta/tratamiento.....	90
23.	Biomasa seca raíz (g) promedio/planta/tratamiento.....	90
24.	Relación tallo/raíz por tratamiento.....	90
25.	Biomasa seca total (g) promedio/planta/tratamiento.....	90
26.	Relación altura/diámetro (índice de robustez) por tratamiento.....	90
27.	Relación tallo/raíz por tratamiento.....	90
28.	Índice de Calidad de Dickson (ICD) por tratamiento.....	90
29.	Composición del bocashi utilizado en el experimento.....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Croquis del experimento.....	42
2. Efecto de la interacción de los niveles de bocashi (factor A) en los tipos de envase (factor B), con respecto a la altura de plantas de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. a 180 días del repique.....	49
3. Efecto de la interacción de los tipos de envase (B) en los niveles de bocashi (A) con respecto a la altura de los plántones de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. a 180 días del repique.....	51
4. Efecto de la interacción de los niveles de bocashi (A) en los tipos de envase (B), con respecto al diámetro de tallo de los plántones de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. a 180 días del repique.....	56
5. Efecto de la interacción de los tipos de envase (B) en los niveles de bocashi (A) con respecto al diámetro de tallo de los plántones de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. a 180 días del repique.....	58
6. Relación altura/diámetro (índice de robustez) de los plántones de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. por tratamiento, a 30, 60, 90, 120 y 180 días del repique.....	59
7. Relación altura/diámetro (índice de robustez) de los plántones de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. por tratamiento, a 180 días del repique.....	60
8. Relación tallo/raíz de los plántones de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. por tratamiento, a 180 días del repique.....	61
9. Índice de Calidad de Dickson de los plántones de <i>Cedrela lilloi</i> C. DC. por tratamiento, a 180 días del repique.....	62

10.	Mapa de ubicación del experimento.....	92
11.	Cálculos para preparar sustratos de acuerdo a los tratamientos.....	93
12.	Cálculo de la cantidad de bocashi para preparar los sustratos.....	93
13.	Preparación del sustrato según tratamientos.....	94
14.	Cálculo del volumen de la bolsa con sustrato.....	94
15.	Llenado de la bolsa con sustrato.....	95
16.	Cálculo del volumen del tubete.....	95
17.	Cálculo de volumen de sustrato para tubetes.....	96
18.	Cono (fruto) de la especie <i>Cedrela lilloi</i> C. DC.....	96
19.	Semillas almacigadas en la caja de germinación.....	97
20.	Repique de plántulas en bolsas.....	97
21.	Repique de plántulas en tubetes.....	98
22.	Limpieza de los tubetes con las plántulas.....	98
23.	Tesis instalada en el Vivero Forestal y Ornamental FRNR–UNAS....	99
24.	Plántulas repicadas en bolsas.....	99
25.	Plántulas repicadas en tubetes.....	100
26.	Visita de los miembros del jurado al área experimental 1.....	100

27. Visita de los miembros del jurado al área experimental 2.....	101
28. Medición de plantones en bolsas.....	101
29. Medición de plantones en tubetes.....	102
30. Plantones del tratamiento T <sub>1</sub> , en la última evaluación.....	102
31. Plantones del tratamiento T <sub>10</sub> , en la última evaluación.....	103
32. Retirando el sustrato de los plantones, para evaluación de biomasa.....	103
33. Lavado de los plantones para evaluación de biomasa.....	104
34. Forma en que fueron transportados los plantones al laboratorio.....	104
35. Seccionamiento de la parte aérea y radical de los plantones.....	105
36. Peso fresco de la parte aérea de los plantones.....	105
37. Acondicionamiento de la muestra de la parte aérea de la planta, para secado en estufa.....	106
38. Peso fresco de la parte radical de los plantones.....	106
39. Acondicionamiento de la muestra de la parte radical de la planta, para secado en estufa .....	107
40. Sobre de papel manteca con la muestra, para secado en estufa.....	107
41. Colocando las muestras para secado en estufa.....	108

## RESUMEN

La limitación de recursos económicos implica que la producción de plantas forestales se realice en el menor tiempo posible y que presenten buena calidad, lo cual permitirá lograr el éxito en el establecimiento y desarrollo de las plantaciones. En tal sentido, la investigación plantea los siguientes objetivos: evaluar mediante criterios morfológicos como altura, diámetro, relación altura/diámetro, relación tallo/raíz y el Índice de Calidad de Dickson, la calidad de plantas de *Cedrela lilloi* C. DC. producidas bajo la interacción de diversas concentraciones de bocashi y tipos de envase. Se desarrolló en el Vivero Forestal y Ornamental y en el Laboratorio de Certificación de Semillas Forestales, ambos de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, políticamente ubicados en el distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, región Huánuco-Perú. Como material botánico se empleó semillas de *Cedrela lilloi* C. DC., y como componentes de los sustratos: bocashi, tierra agrícola y arena. El diseño experimental corresponde a un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 5x2 con cinco repeticiones. Los factores en estudio fueron: factor A: abono orgánico bocashi en niveles de 0%, 10%, 20%, 30% y 40%; y factor B: tipo de envase, es decir, bolsas y tubetes. Se generaron 10 tratamientos. Los índices de calidad de planta calculados fueron relación altura/diámetro o índice de robustez (Roller, 1977; citado por THOMPSON, 1985), relación tallo/raíz (Herman, 1964; citado por THOMPSON, 1985) e Índice de Calidad de Dickson (DICKSON *et al.*, 1960). Los resultados a 180 días luego del repique muestran que al utilizar bolsas como envase, se encuentra alta diferencia estadística entre los niveles de bocashi, indicando que el tratamiento T<sub>1</sub> (0% bocashi, bolsa) tuvo mejor comportamiento en la mayoría de criterios morfológicos e



índices, es decir, mayor altura de plantones (32.47 cm), mayor diámetro de tallo (5.23 mm), calidad alta en altura ( $32.47 \text{ cm} \geq 15.0$ ), calidad alta en diámetro ( $5.23 \text{ mm} \geq 5.0$ ), calidad media a alta de la relación altura/diámetro o índice de robustez (6.2 para un rango de 6.0 - 7.9), y calidad media para el Índice de Calidad de Dickson (0.2 para un rango de 0.2 – 0.4). Situación opuesta radicalmente representa la interacción del tratamiento T<sub>9</sub> (40% bocashi, bolsa), mientras la producción en tubetes alcanzó valores inferiores de índices de calidad de planta respecto a las bolsas.

## I. INTRODUCCIÓN

En la Amazonía peruana en general, el cambio de uso de la tierra, la agricultura migratoria, los incendios, las plagas y enfermedades, han afectado seriamente la calidad y superficie de los bosques; por otro lado, la industria forestal requiere alta demanda de materia prima (madera de diversas especies). Estos factores establecen la necesidad de implementar estrategias tecnológicas como las plantaciones forestales comerciales o de restauración, para la obtención de productos maderables y para la protección y conservación de los recursos asociados al bosque.

Las limitaciones económicas del poblador rural y/o proyectos de reforestación, implican que las plantas forestales sean producidas en el menor tiempo posible, con la condición de que sea de buena calidad, para lograr el éxito en el establecimiento y desarrollo de las plantaciones. Éste es el principal objetivo de un proyecto de inversión forestal y depende de muchos factores, entre ellos la calidad de la planta (GARCÍA, 2007).

Durante el ciclo de propagación de la planta en vivero se realizan diversas operaciones de cultivo, que permiten al viverista manipular algunas de las condiciones ambientales y acciones de manejo, que influyen en la morfología y la fisiología de la planta (BIRCHLER *et al.*, 1998). En la determinación de la calidad de la planta se utilizan parámetros morfológicos y fisiológicos (GOMES *et al.*, 2002).

En tal sentido, la presente investigación trata de aportar al logro de plantaciones exitosas, mediante la identificación de los parámetros óptimos que determinan la calidad de plantas de *Cedrela lilloi* C. DC. como alternativa económica.

Para la consecución de los resultados se plantea la hipótesis: “el uso de sustratos y envases adecuados permite producir plantones de buena calidad”.

Los objetivos planteados son:

### **General**

- Determinar el efecto del sustrato y tipo de envase en la calidad de plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. en vivero.

### **Específicos**

- Evaluar mediante criterios morfológicos como altura y diámetro, la calidad de plantas de *Cedrela lilloi* C. DC. producidas bajo la interacción de diversas concentraciones de bocashi y tipos de envase (tubetes y bolsas de polietileno).
- Determinar mediante la relación altura/diámetro, relación tallo/raíz y el Índice de Calidad de Dickson, la calidad de plantas de *Cedrela lilloi* C. DC. producidas como resultado de la influencia de diversas concentraciones de bocashi y tipos de envase (tubetes y bolsas de polietileno).

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. La planta ideal

El éxito de los programas de reforestación depende principalmente de la calidad de la planta que se produce en los viveros, la cual puede asegurar una mayor probabilidad de supervivencia y desarrollo cuando llegan a establecerse en el lugar definitivo (MAS, 2003).

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 planta de calidad, asegura en mayor medida el éxito de las plantaciones o reforestaciones, dicha calidad viene definida a través de una serie de parámetros morfológicos y fisiológicos que 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 plantas 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 *et al.*, 2008).

## **2.2. Calidad de planta**

En 1979 la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO) definió el término calidad de planta en vivero como el grado con el cual cumple con los objetivos de su utilización con el mismo costo (GARCÍA, 2002); es decir, la producción de plántulas con el mejor crecimiento, manteniendo al mismo tiempo el balance entre tallo y raíz que permitan la supervivencia de la misma en campo (THOMPSON, 1985). Sin embargo, la calidad de planta es relativa (SERRADA *et al.*, 2005), ya que depende del material genético y de las prácticas de cultivo en vivero (TORAL, 1997; ROJAS, 2002; VALENZUELA *et al.*, 2005 y GARCÍA, 2006) haciendo posible definir diferentes tipos de calidad de planta.

### 2.2.1. Tipos de calidad de planta

Según PRIETO *et al.* (2003) y PRIETO *et al.* (2009), la clasificación de calidad de planta 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.

Por su parte, SERRADA *et al.* (2005) sostienen que en la actualidad se reconocen cuatro tipos de calidad de planta, las cuales son: genética, biológica, fisiológica y morfológica.

- **Calidad genética.** Se refiere a la procedencia de la semilla, debido a que ésta debe de contribuir a generar árboles con características deseables (fenotipo), las cuales a su vez sean heredables (genotipo) (QUIROZ *et al.*, 2001). El éxito en la producción de planta de buena calidad genética depende de la experiencia para coleccionar semilla de rodales seleccionados.

- **Calidad biológica.** Se busca obtener plantas libres de parásitos, pero a su vez que la planta se encuentre asociada con simbiontes (SERRADA *et al.*, 2005) que le permitan establecerse en campo.

- **Calidad fisiológica.** Este tipo de calidad se refiere al estado nutricional e hídrico, capacidad de formación de raíces y resistencia a diversos fenómenos meteorológicos (GARCÍA, 2006 y RODRÍGUEZ, 2008), que permiten el establecimiento de la planta en campo.

- **Calidad morfológica.** Es la respuesta fisiológica de la planta a condiciones ambientales y a las prácticas de vivero (BIRCHLER *et al.*, 1998).

RITCHIE *et. al* (2010) por su parte, indican que la calidad de la planta puede ser dividida en tres grandes tipos o categorías:

- **Calidad morfológica.** Cuyas variables pueden ser observadas rápidamente y medidas con facilidad, tales como la altura del tallo, el diámetro del cuello de la raíz, volumen de la raíz y peso seco de la raíz y el tallo.

- **Calidad fisiológica.** Con variables que no pueden ser fácilmente observadas y para ser medidas, se requiere de equipo y procedimientos de laboratorio. Contrariamente a las características morfológicas, los atributos fisiológicos cambian constantemente y algunas veces de manera dramática durante el proceso desde la cosecha hasta la plantación. Por lo tanto, cualquier medición de la calidad fisiológica es una condición instantánea relevante, por sólo un breve tiempo. Algunos atributos fisiológicos comunes incluyen la resistencia al frío y la dormancia de la yema.

- **Atributos de desempeño.** Las variables pueden ser evaluadas sólo si la planta es sometida a ciertas pruebas con protocolos predefinidos, y observando posteriormente cómo se comportan. Las pruebas de desempeño son de gran valía dado que permite evaluar e integrar a la vez un

amplio espectro de rasgos morfológicos y fisiológicos. Desafortunadamente, las pruebas de desempeño son muy laboriosas, consumen mucho tiempo y por tanto, son muy caras.

### **2.2.2. Indicadores de calidad de planta**

La calidad morfológica y fisiológica de la planta ha sido estudiada ampliamente (DOMÍNGUEZ *et al.*, 1997; ROYO *et al.*, 1997; VILLAR *et al.*, 2000 y VILLAR *et al.*, 2001).

Investigadores forestales han trabajado para identificar variables cuantificables que puedan ser usados como indicadores de una planta de calidad, y mejor aún, para predecir su desempeño una vez establecida en campo. En tal sentido, THOMPSON (1985), BIRCHLER *et al.* (1998), QUIROZ *et al.* (2001) y GARCÍA (2006), indican que las variables de tipo cuantitativo son la altura, diámetro del cuello, pares de hojas, biomasa aérea, biomasa de raíces, forma y desarrollo radicular, y consistencia del cepellón.

La magnitud de las variables es difícil de interpretar y en ocasiones resulta engañoso, por ello se han desarrollado diferentes coeficientes o índices (DICKSON *et al.*, 1960 y THOMPSON, 1985) que permiten evaluar y determinar la calidad de planta. Dichos índices han dado la pauta para que se establezcan estándares de producción de planta en vivero, los cuales variarán de acuerdo a la especie (QUIROZ *et al.*, 2001).

Para determinar la calidad fisiológica también se han establecido variables tales como potencial hídrico, capacidad para formar raíces, nutrientes, carbohidratos, tensión (TORAL, 1997; BIRCHLER *et al.*, 1998;



DOMÍNGUEZ *et al.*, 2001 y GARCÍA, 2006), diacetato de fluoresceína, fluorescencia de la clorofila, concentración de clorofila, tasa fotosintética, conductancia estomatal, dormancia de la yema, emisiones volátiles inducidas por estrés, cloruro de trifenil tetrazolio, termografía infrarroja, resonancia magnética nuclear y conductividad de electrolitos (RODRÍGUEZ, 2008).

### **2.2.3. Características morfológicas**

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 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), su aplicación no permite responder a las exigencias en cuanto a supervivencia y crecimiento, determinadas por las adversidades encontradas en el campo después de la plantación (Fonseca, 2000; citado por GOMES *et al.*, 2002).

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).

La morfología es la manifestación física de las plantas y generalmente los principales atributos físicos son:

- **Altura.** Es un buen predictor de la altura futura en campo, pero no para la supervivencia; este parámetro se ha utilizado por mucho tiempo como un indicador de la calidad, aunque se considera insuficiente y es conveniente relacionarlo con otros criterios para que refleje su 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 de plantación son adversas respecto a la vegetación herbácea y arbustiva que rodea al brinzal, es conveniente considerar que tenga una altura suficiente que le permita 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, ya que las plantas tienden a crecer más en diámetro que en altura, por lo que la planta sale del vivero con menos de 15 cm (PRIETO *et al.*, 2009).

La altura puede ser manipulada en vivero a través de la fertilización y el riego.

Correlacionar sólo la altura de la planta con el comportamiento en campo, excluyendo otros parámetros, puede inducir a un error; varios estudios han concluido que la altura inicial de las plantas 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 las plantas 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).

- **Diámetro del cuello de la raíz.** 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. Plantas con diámetro mayor a 5 mm son más resistentes al doblamiento y toleran mejor los daños por plagas y fauna nociva, aunque esto varía de acuerdo a la especie (PRIETO *et al.*, 2003 y PRIETO *et al.*, 2009).

El diámetro es fácil de medir y da una aproximación de la sección transversal del transporte de agua, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa para tolerar altas temperaturas en la superficie del suelo. El diámetro está influenciado por la densidad del cultivo en vivero y puede verse afectado por prácticas culturales como el repicado apical y también se puede mejorar a través de un aumento en la velocidad y la uniformidad en la

germinación (Boyer y South, 1987; citados por BIRCHLER *et al.*, 1998). El diámetro es una medida de la robustez de la planta y se ha considerado como el mejor predictor individual del crecimiento y la supervivencia en campo (Cleary *et al.*, 1978 y Thompson, 1984; citados por GARCÍA, 2007).

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 ésta 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).

- **Tamaño del sistema radical.** 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 las 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, *et al.*, 2008).

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).

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 *et al.*, 2008).

- **Peso de la planta.** 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 y MEXAL y LANDIS, 1990).

Estudios realizados con *Pinus pseudostrobus* y *Pinus douglasiana*, indican que las características óptimas de la planta ideal para reforestaciones, deben tener una altura de 15-20 cm, un diámetro del cuello de la raíz de 3 a 4 mm, una proporción parte aérea:sistema radical de 1.5-2:1 y una relación de materia seca aérea:materia seca radical de 2:1 (GARCÍA, 1996).

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).

#### **2.2.4. Interacción de variables**

DICKSON *et al.* (1960) y THOMPSON (1985) afirman que la magnitud de las variables es difícil de interpretar y en ocasiones resulta engañoso, por ello se han desarrollado diferentes coeficientes o índices que permiten evaluar y determinar la calidad de planta (Cuadro 1).

- **Índice de robustez.** Es la relación entre la altura del brinjal (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 planta más pequeña; sin embargo, planta más grande no sobrevive tan bien como la de menor tamaño (Burdett, 1983; Thompson, 1984; Iverson, 1984 y Ritchie, 1984; citados por GARCÍA, 2007).

- **Relación tallo/raíz o biomasa seca aérea/biomasa seca raíz (R BSA/BSR).** La producción de biomasa es importante debido a que refleja el desarrollo de la planta en vivero. Una relación igual a uno, significa que la biomasa aérea es igual a la subterránea; pero si el valor es menor a uno, entonces la biomasa subterránea es mayor que la aérea; al contrario, si el valor

es mayor a uno, la biomasa aérea es mayor que la subterránea (RODRÍGUEZ, 2008), por lo que una buena relación debe fluctuar entre 1.5 y 2.5 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).

Una planta de buena calidad debe tener un diámetro de cuello grande, bajo valor de esbeltez (cociente altura/diámetro de cuello), un sistema radical fibroso y un valor alto del cociente biomasa de raíz/biomasa aérea (Fonseca *et al.*, 2002; citado por GARCÍA, 2007).

- **Índice de calidad de Dickson (ICD).** 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.



Cuadro 1. Coeficientes o índices para evaluar y determinar la calidad de planta.

Índice	Objetivo	Ecuación	Autor
Índice de robustez *	Predecir la supervivencia y crecimiento de la planta en campo	$IR = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro cuello de la raíz (mm)}}$	Roller (1977), citado por THOMPSON (1985)
Relación tallo/raíz *	Predecir la supervivencia de la planta en campo	$R \text{ BSA/BSR} = \frac{\text{Biomasa seca aérea (g)}}{\text{Biomasa seca raíz (g)}}$	Herman (1964), citado por THOMPSON (1985)
Índice de calidad de Dickson **	Distinguir plantas idóneas para establecerse en campo	$ICD = \frac{\text{Peso seco total de la planta (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro cuello de la raíz (mm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aérea (g)}}{\text{Peso seco raíz (g)}}}$	DICKSON <i>et al.</i> (1960)

\*Valores bajos indican mejor calidad de planta. \*\*Valores cercanos a la unidad indican mejor calidad de planta.

Estudios realizados con diferentes especies de coníferas, como *P. halepensis*, indican que se obtuvieron valores de ICD entre 0.3 y 0.5 de acuerdo a la aplicación de diferentes tratamientos de fertilización (OLIET, 1995).

Bajo condiciones de invernadero se analizaron los efectos de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) sobre el desarrollo de *P. greggii*, los resultados indicaron que los nutrimentos por sí solos, son menos importantes que las interacciones entre ellos y que ésta relación nutrimental dinámica

afecta de manera significativa la morfología de las plantas, especialmente, en lo que se refiere a la acumulación y distribución de biomasa.

Los valores obtenidos tanto para el ICD como para el índice de esbeltez fueron bajos, debido a un gran crecimiento aéreo con respecto al crecimiento radical, originado por concentraciones excesivas de uno u otro nutrimento. Las concentraciones altas de nitrógeno estimularon el crecimiento de la parte aérea. Fue evidente, que el balance nutrimental es primordial para el desarrollo de las plántulas en la etapa de vivero (ROMÁN *et al.*, 2001).

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).

En un ensayo se evaluaron distintos regímenes de manejo radical sobre el crecimiento de plantas de raulí (*Nothofagus alpina*) producidas a raíz desnuda. Se probó la respuesta de las plantas en dos etapas del inicio de las labores de manejo radicular. El ICD no presentó diferencias entre los distintos tratamientos de inicio del acondicionamiento, reflejando su inaplicabilidad para especies y condiciones ambientales para las cuales no fue desarrollado, es decir, el ICD demostró su escasa aptitud como predictor de calidad de planta para esta especie (GONZÁLEZ *et al.*, 1996).

### **2.3. Abonos orgánicos**

La utilización de abonos orgánicos, ayudará a minimizar el grado de toxicidad de los suelos, mediante el reciclaje de material vegetal y animal disponible en la superficie del suelo.

Todos estos componentes de la materia viva sufren una serie de transformaciones que originan lo que conocemos como materia orgánica propiamente dicha, que consiste en un material dinámico (termodinámicamente inestable), ligado a los ciclos del carbono, nitrógeno, del fósforo y del azufre, a la reducción del hierro y el manganeso en el suelo y a otros muchos procesos y que puede llegar a estabilizarse en función de los siguientes parámetros ambientales: temperatura, pH, humedad, contenido iónico, poblaciones de microorganismos, etc. (VIVANCO, 2005).

CRUZ (2002) expone que la aplicación de abonos orgánicos ofrece beneficios favorables para las plantas, tales como:

- Sirven como medio de almacenamiento de los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas como es el caso de nitratos, fosfatos, sulfatos, etc.

- Aumentan la capacidad de cationes en proporciones de 5 a 10 veces más que las arcillas.
- Amortiguan los cambios rápidos de acidez, alcalinidad, salinidad del suelo y contra la acción de pesticidas y metales tóxicos pesados.
- Contrarrestan los procesos erosivos causados por el agua y por el viento.
- Proporcionan alimento a los organismos benéficos como la lombriz de tierra y las bacterias fijadoras de nitrógeno.
- Atenúan los cambios bruscos de temperatura en la superficie del suelo.
- Reducen la formación de costras al debilitar la acción dispersante de las gotas de lluvia.
- A medida que se descomponen los residuos orgánicos, suministran a los cultivos en crecimiento cantidades pequeñas de elementos metabólicos a tiempo y en armonía con las necesidades de la planta.
- Reducen la densidad aparente del suelo aumentando la infiltración y el poder de retención de agua en el suelo.
- Mejoran las condiciones físicas del suelo mediante la formación de agregados.

La fertilidad del suelo es vital para un suelo productivo, un suelo fértil no tiene necesariamente que ser un suelo productivo. Drenaje insuficiente, insectos, sequías y otros factores pueden limitar su producción.

Para comprender la productividad del suelo, se debe reconocer las relaciones suelo – plantas existentes. Algunos de los factores externos que controlan el crecimiento de las plantas son: aire, temperatura, luz, soporte mecánico, nutrimentos y agua. La planta depende del suelo en forma total o parcial para el suministro de estos factores, con excepción de la luz (VALAREZO, 2001).

#### **2.4. Abono orgánico bocashi**

El bocashi es un abono orgánico fermentado hecho a base de desechos vegetales y excretas animales. Y se puede mezclar con microorganismos benéficos lo cual mejora su calidad y facilita la preparación de éste usando muchas clases de desechos. Se puede preparar un tipo aeróbico u otro tipo anaeróbico, dependiendo de los materiales y situación en particular (SHINTANI, 2000).

El bocashi puede ser utilizado entre 5 y 21 días después de la fermentación; este abono puede ser usado en la producción de cultivos, aun cuando la materia orgánica no se haya descompuesto del todo. Cuando es aplicado al suelo, la materia orgánica es utilizada como alimento para los microorganismos eficaces y benéficos, los mismos que continuarán descomponiéndola y mejorando la vida del suelo; pero no hay que olvidar que suple nutrimentos al cultivo (MARTÍNEZ, 2004).

##### **2.4.1. Recomendaciones sobre el bocashi**

UREÑA y CURIMILMA (1982) mencionan que probaron cuatro "Métodos de compostaje y su efecto en el cultivo de maíz y maní en

Zapotepamba" (México), pese a no haber diferencia estadística entre los distintos tratamientos, obtuvieron los mejores resultados con el tratamiento de fertilización química más compost con 2032,28 kg/ha. Así mismo la fertilización orgánica a través del compost, es más barata que la fertilización química ya que con ello se obtuvo una ganancia de 5,6% con fertilización orgánica, mientras que con la fertilización química se obtiene una pérdida de 28,73%.

En la comunidad Tañiloma, parroquia Tarqui, provincia del Azuay, se desarrolló una experiencia de preparación de Bocashi, la cual tuvo excelentes resultados ya que se obtuvieron beneficios económicos para la comunidad, los cultivos evidenciaron mayor vigor y el suelo ha conservado su humedad y se nota más suelto que antes (CARE, 1998).

En la Universidad Earth, en Costa Rica, desde 1998 se está produciendo abono orgánico fermentado tipo bocashi a partir de la captación de las heces y la orina del ganado. Obteniendo un abono orgánico con un alto contenido de minerales y de materia orgánica, como producto adicional del sistema pecuario. Este abono orgánico es utilizado para el llenado de bolsas de vivero y para la fertilización orgánica de todo tipo de cultivos obteniendo excelentes resultados (ZAPATA, 2005).

## **2.5. Producción de plantas en bolsas**

El uso de las bolsas de plástico para las plantas jóvenes está muy difundido en América Latina y en todas las zonas tropicales, principalmente porque son baratas y se consiguen en todas partes, no porque den como resultado un mejor desarrollo de las plantas. Hay bolsas de muchos tamaños,

algunas con pliegues para que las bolsas se mantengan en posición vertical y otras sin fondo. El problema inherente al empleo de las bolsas de plástico es que, cuando las raíces llegan al fondo de la bolsa, comienzan a enroscarse en espiral. Las raíces también crecen y penetran en el suelo debajo de la bolsa y resultan dañadas más tarde cuando se traslada ésta.

Las bolsas que se utilicen para el vivero deben ser de buen tamaño, las de 30 por 38 cm se usan satisfactoriamente; las de mayor tamaño, son difíciles de manipular. El éxito del vivero radica, en gran parte, en la preparación de la mezcla para el llenado de las bolsas, la cual es fundamental en la obtención de posturas de buena o mala calidad.

Para preparar la mezcla es necesario que el abono orgánico esté totalmente descompuesto y que la tierra que se utilice en ella no sea demasiado plástica, ya que un alto grado de plasticidad dificulta el desarrollo de las posturas, a causa de la gran humedad y poca aeración de la zona radicular, por lo que se recomienda una tierra suelta, preferiblemente roja, para mezclar con la materia orgánica. Para preparar la mezcla se recomienda cernir, separadamente, la tierra y la materia orgánica; estas se mezclarán en la proporción de una parte de materia orgánica y dos partes de tierra. Esta mezcla se hará lo más homogénea posible para ofrecer a las raíces un medio adecuado para su desarrollo (GUENKOV, 1969).

## **2.6. Producción de plantas en tubetes**

FONDEBOSQUE (2006) indica que el sistema tiene como base la producción de plantas en tubetes de plástico las cuales van insertadas en

bandejas de plástico o soportes metálicos, permite la disminución de los precios de producción debido a la reducción del esfuerzo físico de los obreros por el uso de materiales más ligeros. La posibilidad de usar tubetes de tamaño diferentes permite producir, al mismo tiempo y en la misma estructura, plantas de diferentes especies y demandas, las ventajas son las siguientes:

- La estructura rígida del embalaje contiene y protege el sistema radicular durante todas las fases del proceso.
- Las ranuras interiores del tubete permiten la alineación del sistema.
- La apertura en la base del tubetes retiene el crecimiento de las raíces de fijación, induciendo la formación de mayores cantidades de raíces de alimentación, en la parte superior del sistema contenida en el embalaje.
- Las cantidades de sustrato a ser usado son menores, en comparación a procesos tradicionales.
- El relleno de los tubetes es un proceso simple y de alto rendimiento.
- Tanto en la fase de la producción como en el transporte de las plántulas, las pérdidas son diminutas, debido a que el sistema radicular, siempre está protegido, sin el riesgo de sufrir traumatismos, perturbaciones u otros factores.
- El sistema de producción de plántulas en tubetes acomodados en bandejas permiten la concentración de tratamientos culturales y fitosanitarios, verificando las plantas y estandarizándolas, necesario para producir plántulas de buena calidad además de reducir de una manera considerable el espacio necesario en el proceso productivo.



## 2.7. Descripción de la especie cedro lila (*Cedrela lilloi* C. DC.)

### 2.7.1. Taxonomía (REYNEL y MARCELO, 2009)

- Reino** : Plantae
- Phylum** : Tracheophyta
- Clase** : Magnoliopsida
- Orden** : Sapindales
- Familia** : MELIACEAE
- Género** : *Cedrela*
- Especie** : *Cedrela lilloi* C. DC.

### 2.7.2. Descripción botánica

#### 2.7.2.1. Aspecto general

REYNEL y MARCELO (2009) indican que es un árbol de porte mediano a grande. Mide entre 18 m y 40 m de altura y 40 cm a 200 cm de diámetro. Tiene la copa globosa y el follaje denso.

Por su parte, CASTILLO (2010) manifiesta que se trata de árboles dominantes, grandes a muy grandes, alcanzan 150 cm de diámetro y alturas totales de 35 m, copa amplia. Fuste recto y cilíndrico, con modificaciones de aletas muy bajas, crecen en zonas escarpadas o terrenos de laderas “faldas” rocosas. Ocupa el estrato superior en el bosque. Ramificación simpódica.

### **2.7.2.2. Corteza**

La corteza externa es agrietada, de color marrón claro. Desprende placas leñosas, alargadas, de unos 10 cm a 15 cm de longitud por 3 a 4 de ancho. La corteza interna es de color rosado muy claro. Es fibrosa y tiene un olor tenue que recuerda al de los ajos (REYNEL y MARCELO, 2009).

### **2.7.2.3. Hojas**

Las hojas son compuestas, pinnadas, alternas y dispuestas en espiral. Miden unos 35 cm a 40 cm de longitud y tienen tendencia a agruparse en los extremos de las ramitas. Tienen 7 a 9 pares de láminas oblongas, algo asimétricas, de unos 13 a 16 cm de longitud por 3 a 5 cm de ancho, con el ápice agudo y largo, base obtusa y asimétrica, y borde entero. Las láminas no tienen pelos.

### **2.7.2.4. Flores**

Las flores se hallan dispuestas en panículas axilares de 25 cm a 50 cm de longitud, con gran cantidad de flores. Las flores son pequeñas, de unos 8 mm a 10 mm de longitud. Son hermafroditas (tienen los dos sexos a la vez). Tienen un cáliz con 5 dientes pequeños y una corola con 5 pétalos blancos. Tienen 5 estambres muy pequeños y un pistilo de 5 mm a 8 mm de longitud (REYNEL y MARCELO, 2009).

### **2.7.2.5. Frutos**

Los frutos son cápsulas leñosas, de 3 cm a 5 cm de longitud y 2 cm de diámetro, que se abren en 5 tapas y bajo cada una de ellas se

éncuentran numerosas semillas de 2 cm a 2,5 cm de longitud (en promedio 50 à 60 semillas por fruto). Las semillas son aladas y membranosas, de aproximada- mente 3 cm x 1,5 cm, de color marrón claro a rojizo (REYNEL y MARCELO, 2009).

### **2.7.3. Observaciones para el reconocimiento de la especie**

Se reconoce por su porte grande, sus hojas compuestas con numerosas láminas con el ápice alargado, y por sus frutos en forma de cápsulas leñosas con semillas aladas (REYNEL y MARCELO, 2009).

Por su parte, CASTILLO (2010) refiere que las siguientes características permiten su identificación en el bosque: corteza externa de color marrón oscuro negruzco, con ritidoma exfoliante (encrespado) muy similar a la caoba. La corteza interna es de color rosado-lila, oxidando a negruzco. En árboles jóvenes el color rosado-lila de la corteza interna es más intenso.

### **2.7.4. Distribución y hábitat**

REYNEL y MARCELO (2009) manifiestan que se halla en Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay, Perú, Ecuador; pudiéndose también encontrar en Honduras, Panamá y México hasta los 3.400 msnm.

En el Perú se encuentra mayormente en el centro y sur del país, en áreas de sierra y ceja de selva, en bosques premontanos y montanos, subhúmedos y húmedos, entre 500 y 3,500 msnm. Se le observa cultivada o en zonas de bosque maduro.

### **2.7.5. Fenología**

Flores registradas entre febrero y junio; frutos entre mayo y julio.

### **2.7.6. Estado de conservación**

Pese a que el rango de distribución en nuestro territorio es amplio, las poblaciones de esta especie son usualmente de escasos individuos. Su madera es de excelente calidad, lo que ha determinado que se le tale con intensidad. Se trata de una especie en situación de peligro aparente en el país.

### **2.7.7. Usos**

- La madera es de grano recto, textura y densidad medias, de color rojizo; es muy trabajable y durable, excelente para ebanistería.
- De las hojas se extrae un tinte de color beige empleado para el teñido de textiles, principalmente de algodón y lana (REYNEL y MARCELO, 2009).

## **2.8. Antecedentes de la investigación**

SÁENZ *et al.* (2010) en investigaciones realizadas sobre calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán-México, encontraron los siguientes resultados:

### **2.8.1. De las características morfológicas**

La altura en especies del género *Pinus* fluctuó entre 13.8 cm en *P. oocarpa* en el vivero La Chichihua hasta 38.2 cm en *P. greggii* en el vivero José

Ma. Morelos; en las especies con crecimiento de hábito cespitoso, la altura registrada es de 4.2 cm en *P. michoacana* en el vivero El Copal hasta 9.8 cm en el vivero La Dieta; en la especie *C. lindleyi*, la altura es poco variable en los viveros evaluados y fue de 48.5 cm en el vivero Chincua hasta 52.4 cm en el vivero La Dieta.

En cuanto al diámetro del cuello de la raíz (diámetro basal), en las especies del género *Pinus*, se encontraron valores entre 2.8 mm en *P. greggii*, en los viveros El Copal y Pátzcuaro hasta 6.6 mm en *P. ayacahuite* en el vivero La Dieta; en las especies con crecimiento de hábito cespitoso, el valor fue 4.3 mm en *P. michoacana* del vivero El Copal hasta 15.9 mm en el vivero La Dieta; en *C. lindleyi* el diámetro fue de 4.8 mm en el vivero Magallanes hasta 7.0 mm en el vivero La Dieta.

En producción de biomasa seca aérea en especies del género *Pinus*, fluctuó entre 1.06 g/planta en *P. oocarpa* en el vivero La Chichihua hasta 7.42 g/planta en *P. pseudostrobus* en el vivero Magallanes-COFOM; en las especies con crecimiento de hábito cespitoso los registros obtenidos fueron de 1.66 g/planta en *P. michoacana* del vivero El Copal hasta 10.47 g/planta en el vivero La Dieta; en *C. lindleyi* fue de 5.93 g/planta en el vivero Chincua hasta 12.98 g/planta en el vivero La Dieta.

En cuanto a la producción de biomasa seca de la raíz, en las especies del género *Pinus*, ésta varió entre 0.27 g/planta en *P. greggii* en el vivero Pátzcuaro hasta 2.45 g/planta en *P. pseudostrobus* en el vivero Magallanes-COFOM; en especies de pino con crecimiento de hábito cespitoso los valores fluctuaron entre 0.57 g/planta en *P. michoacana* del vivero El Copal

hasta 3.68 g/planta en el vivero La Dieta; en *C. lindleyi* se registraron desde 2.22 g/planta en el vivero Magallanes-COFOM hasta 4.97 g/planta en el vivero La Dieta.

Como se observa, existe gran variación en los pesos secos tanto aérea como de la raíz, que de acuerdo con THOMPSON (1985), VERA (1995), MEXAL y LANDIS (1990), mencionan que la biomasa de la planta tiene gran correlación con la supervivencia en campo, con la misma consistencia que el diámetro del tallo, por lo que se tendría, en algunas de las especies una baja supervivencia de las plantaciones, dado su bajo peso.

La importancia del volumen del contenedor es indiscutible. Numerosos estudios realizados así lo demuestran WARD *et al.* (1981), PIOTTO (1988), MARCELLI y PIOTTO (1993), y CEMAGREF (1987). El agua adicional y la mayor cantidad de nutrientes disponibles en los envases mayores proporcionan significativamente mejores resultados de crecimiento y supervivencia. El mayor volumen proporciona un desarrollo radical en el suelo más armónico, mientras que los contenedores de volúmenes inferiores, al estar el sistema radical limitado y comprimido, producen un desarrollo en el suelo anárquico (CEMAGREF, 1987). Los estudios realizados aconsejan, para climas áridos y secos, la utilización de contenedores mayores de 300 cc. No obstante, para especies de crecimiento más lento en vivero los contenedores de menor volumen pueden ser válidos.

La profundidad del contenedor parece ser que no es una variable que influya demasiado por sí misma, pero una alta profundidad unida a una sección estrecha puede ocasionar malos resultados en la planta por una falta

de aireación en las raíces (MARIEN y DROWIN, 1978). No obstante, esta variable presenta gran importancia en el caso de especies que desarrollan una fuerte raíz pivotante.

El éxito o fracaso de un contenedor es una conjunción de variables constructivas y de cultivo. Por tanto, y teniendo en cuenta todo lo expuesto anteriormente, se debe tender a producir planta bien equilibrada (con un desarrollo aéreo en consonancia con el radical) y lignificada, descartándose la muy pequeña o excesivamente desarrollada. Ya que un crecimiento excesivo de la parte aérea tampoco es bueno, puesto que su sistema radical no está en consonancia y no puede absorber la necesaria cantidad de agua y nutrientes (WARD *et al.*, 1981).

OBANDO (2011) al estudiar los efectos de dos tipos de bokashi en tres porcentajes como sustrato en el crecimiento inicial de jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*) determinó que el tratamiento T<sub>6</sub> compuesto por bokashi a base de curinaza al 30% obtuvo mayor tamaño final con un promedio de 45.13 cm, El tratamiento T<sub>6</sub> compuesto por bokashi a base de curinaza al 30% obtuvo el mayor diámetro del tallo con un promedio final de 8.73 mm.

### **2.8.2. De la calidad de planta**

En cuanto a la altura, de las especies con crecimiento normal y ciclo anual el 85% corresponden a calidad alta y 15% calidad media; en las de mantenimiento el 100% se clasifican como de alta calidad. En las de crecimiento de hábito cespitoso, tanto en las de ciclo anual como en las de mantenimiento, el 100% son de calidad alta. De acuerdo con MEXAL y LANDIS

(1990), la altura de la planta es un buen predictor de la altura futura en campo, aunque no lo es para la supervivencia; se considera un indicador insuficiente y es conveniente relacionarlo con otros criterios para que refleje su utilidad real, aunque es importante cuando las condiciones del sitio de plantación son adversas respecto a la vegetación herbácea y arbustiva, ya que es conveniente considerar que tenga una altura suficiente que le permita competir adecuadamente.

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.

Con la relación altura/diámetro basal (índice de robustez) en las especies con crecimiento normal y ciclo anual, el 38% se califica como de alta calidad, el 38% de media y 24% de calidad baja; en las de mantenimiento, 42% son calidad alta, 29% media y 29% baja. En las especies con crecimiento de hábito cespitoso, en las de ciclo anual se tuvo un 67% de calidad alta y 33% de baja; en las de mantenimiento se registró 25% de calidad alta y 75% calidad



baja. Con ésta relación y de acuerdo con RODRÍGUEZ (2008), el 70% de la planta tendrá baja supervivencia y resistencia a la desecación por el viento, además de menor crecimiento potencial en sitios secos y por lo citado por PRIETO *et al.* (2003) y PRIETO *et al.* (2009), los resultados indican una desproporción entre el crecimiento en altura y el diámetro, como pueden ser tallos elongados con diámetros delgados, esto se detectó principalmente en la planta de mantenimiento.

Con la relación altura:longitud de raíz, las especies con crecimiento normal y ciclo anual, se clasifican de la siguiente manera: 92% de alta calidad y 8% de calidad baja; en las de mantenimiento, 8% son calidad alta, 57% media y 43% baja. En las especies con crecimiento de hábito cespitoso y ciclo anual, el 100% son de calidad alta y en las de mantenimiento, 50% de calidad alta y 50% de calidad baja. De acuerdo con 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 radical de las plantas, por lo tanto, se tendrían bajas tasas de supervivencia en las plantaciones principalmente con la planta de mantenimiento.

Con la relación peso seco de la parte aérea y el peso seco del sistema radicular, en las especies con crecimiento normal y ciclo anual, el 15% se califica como de mediana calidad y el 85% de calidad baja; en las de mantenimiento, 43% son calidad media y 57% de calidad baja. En las de crecimiento de hábito cespitoso, tanto en las de ciclo anual como en las de mantenimiento, el 100% son de calidad alta. De acuerdo con RODRÍGUEZ (2008), la producción de biomasa es importante debido a que refleja el

desarrollo de la planta en vivero y los resultados indican desproporción y la existencia de un sistema radical insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta y THOMPSON, (1985) asevera que es más importante cuando la precipitación es escasa en los sitios de plantación.

Con el índice de calidad de Dickson, en las especies con crecimiento normal y ciclo anual, el 38% se clasifica como de alta calidad, 46% de media y el 15% de calidad baja; en las de mantenimiento el 100% son de calidad alta. En las especies con crecimiento de hábito cespitoso, tanto las de ciclo anual como de mantenimiento, el 100% son de calidad alta. GONZÁLEZ *et al.* (1996), mencionan que es un índice desarrollado para evaluar distintas combinaciones de parámetros morfológicos y Fonseca *et al.* (2002), citado por GARCÍA (2007) aseveran que expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

##### **3.1.1. Ubicación**

La investigación se realizó en el Vivero Forestal y Ornamental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables (FRNR) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), y en el Laboratorio de Certificación de Semillas Forestales; ambos se ubican políticamente en el distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, región Huánuco.

Geográficamente el área experimental se localiza en las siguientes coordenadas UTM: 390232 Este y 8970744 Norte. La altitud promedio es de 660 msnm.

##### **3.1.2. Condiciones climáticas**

Las condiciones climáticas que presentan son de una temperatura máxima de 29,4 °C, una mínima de 19,2 °C, y la media de 24,3 °C; precipitación promedio anual de 3,300 mm, humedad relativa de 87 % y altitud de 660 m.s.n.m.

##### **3.1.3. Zona de vida**

De acuerdo a la clasificación de las zonas de vida y el diagrama bioclimático de HOLDRIDGE (1987), el distrito de Rupa Rupa se encuentra

ubicado en la formación vegetal de bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh - PT), y de acuerdo a las regiones naturales del Perú, se localiza en la Selva Alta o Rupa Rupa.

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Material genético**

- Semillas de *Cedrela lilloi* C. DC., que fueron adquiridas por la modalidad de compra al Vivero Forestal y Ornamental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

### **3.2.2. Sustratos (abono orgánico)**

- Bocashi (comprado a una empresa productora de la provincia Leoncio Prado).
- Tierra agrícola.
- Arena.

### **3.2.3. Materiales, herramientas y equipos**

- Bolsas de polietileno de 5 kg de capacidad, para traslado de material vegetativo.
- Bolsas negras de polietileno de 5" x 10", y tubetes de 3.5 cm de diámetro x 15 cm, para producción de plántones en vivero.
- Sobres de papel manteca, para secado en estufa del material vegetativo.

- Navaja para el seccionamiento de plantas.
- Regla graduada de 60 cm con aproximación al mm, para medición de la altura de plantas.
- Wincha de 05 metros.
- Tablas, bambú, clavos y alambre para acondicionar las camas de almácigo y de cría.
- Alicata y martillo, para la construcción de camas de almácigo y cría.
- Pala recta, para preparación de sustratos.
- Vernier mecánico, para la evaluación de diámetro.
- GPS Garmin 76 CSx, para localización del lugar de establecimiento de la investigación.
- Balanza digital con precisión de centésimas de gramo.
- Estufa para el secado de las diferentes secciones de las plántulas.

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Etapa de vivero**

**Germinación.** Se realizó en la cama de almácigo, empleando arena desinfectada como sustrato; allí se colocaron las semillas en hileras, separadas cada cinco centímetros entre ellas.

Las semillas germinaron a la semana de haberlas almacenado.

**Preparación de sustratos.** Actividad que se desarrolló hasta completar los cinco niveles requeridos para el estudio, según se detalla en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Detalle de las dosis (niveles) de abono orgánico (bocashi).

Nivel	Composición	Relación
1	Tierra agrícola + arena + Bocashi	80% – 20% – 0%
2	Tierra agrícola + arena + Bocashi	70% – 20% – 10%
3	Tierra agrícola + arena + Bocashi	60% – 20% – 20%
4	Tierra agrícola + arena + Bocashi	50% – 20% – 30%
5	Tierra agrícola + arena + Bocashi	40%– 20% – 40%

**Llenado de tubetes y bolsas.** Con los diferentes niveles de sustrato preparados, se llenaron las bolsas y tubetes, con el siguiente detalle: 60 bolsas con 0% de bocashi, 60 tubetes con 0%, 60 bolsas con 10%, 60 tubetes con 10%, 60 bolsas con 20%, 60 tubetes con 20%, 60 bolsas con 30%, 60 tubetes con 30%, 60 bolsas con 40% y 60 tubetes con 40% de bocashi.

En total se llenaron con sustrato 300 bolsas y 300 tubetes.

**Repique.** Transcurridas tres semanas a partir de la germinación, cuando las plántulas ya contaban con dos pares de hojas verdaderas (seis centímetros en promedio), se procedió a realizar el repique a las bolsas y tubetes.

Tres días posteriores al repique, se procedió a reemplazar o recalzar las plántulas muertas.

**Labores culturales.** Básicamente consistieron en el control manual de malezas (deshierbe) cada 15 días.

**Evaluación.** Las evaluaciones de altura y diámetro basal fueron registradas durante un periodo de seis meses a partir del repique, y fueron realizadas durante cinco periodos de un mes cada uno. Es decir, la primera evaluación fue efectuada al mes del repique.

La cuantificación de biomasa fue realizada a seis meses del repique (siete meses de edad aproximada de los plantones), para lo cual los plantones fueron extraídos de los envases (bolsas y tubetes), los mismos que fueron lavados retirando de las raíces los restos de sustrato. Luego, en el laboratorio cada plantón fue seccionado a la altura del cuello de la raíz, obteniéndose por separado valores del peso de la parte aérea y de la parte radical.

Las características morfológicas evaluadas fueron:

**Altura (cm).** Se midió con una regla graduada de 60 cm, desde el cuello de la raíz hasta la yema apical de la planta.

**Diámetro del cuello de la raíz o basal (mm).** Se obtuvo con un vernier mecánico y fue medido en el cuello de la raíz (nivel del sustrato).

**Biomasa de la parte aérea y del sistema radicular (g).** Se separaron ambas partes con tijeras de podar y el peso húmedo se determinó con una balanza digital (precisión de centésimas de gramo). Posteriormente, se colocó cada parte o componente por separado en sobre de papel manteca. Es

decir, en cada sobre fue colocada la parte aérea de las plantas por repetición por tratamiento, procediendo de manera similar con la parte radical de las plantas por repetición por tratamiento. Finalmente, se obtuvieron 50 sobres con la parte aérea y 50 con el componente radical de las plantas, los que fueron colocados en la estufa para su secado a una temperatura de 70 °C. Transcurridas 72 horas se registró el primer peso seco, obteniéndose un peso seco constante 24 horas más tarde (96 horas en estufa).

### 3.3.2. Cálculo y clasificación de los índices de calidad para los atributos morfológicos de latifoliadas

Con las variables antes referidas, se calcularon los siguientes índices de calidad de planta por tratamiento:

- **Relación altura/diámetro del cuello de la raíz o Índice de robustez (IR).** Relaciona la altura (cm) y el diámetro del cuello de la raíz (mm) de la planta, y fue determinada con la fórmula propuesta por Roller (1977), citado por THOMPSON (1985):

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

- **Relación tallo/raíz o biomasa seca aérea/biomasa seca raíz (R BSA/BSR).** Refleja el desarrollo de la planta en vivero, la misma que fue calculada mediante la fórmula planteada por Herman (1964), citado por THOMPSON (1985):

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



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

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

La clasificación de los índices de calidad para los atributos morfológicos de latifoliadas se presenta en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Clasificación de los índices de calidad para los atributos morfológicos de latifoliadas.

Variable	Calidad		
	Baja	Media	Alta
Altura (cm)	< 12	12 – 14.9	≥ 15
Diámetro (mm)	< 2.5	2.5 – 4.9	≥ 5.0
Índice de robustez	≥ 8.0	7.9 – 6.0	< 6.0
Relación BSA/BSR	≥ 2.5	2.4 – 2.0	< 2.0
Índice de Dickson	< 0.2	0.2 – 0.4	≥ 0.5

Fuente: SÁENZ *et al.* (2010).

### 3.3.3. Diseño experimental

El diseño experimental aplicado corresponde a un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 5x2, con cinco repeticiones. Los factores en estudio fueron:

Factor A: abono orgánico      Niveles: 0%, 10%, 20%, 30% y 40%.

(bocashi).

Factor B: tipo de envase.      Tipos: bolsas, tubetes.

La combinación de los factores descritos generó diez tratamientos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tratamientos del experimento factorial.

Tratamientos	Nivel de abono orgánico	Tipo de envase
T <sub>1</sub>	0%	Bolsa
T <sub>2</sub>	0%	Tubete
T <sub>3</sub>	10%	Bolsa
T <sub>4</sub>	10%	Tubete
T <sub>5</sub>	20%	Bolsa
T <sub>6</sub>	20%	Tubete
T <sub>7</sub>	30%	Bolsa
T <sub>8</sub>	30%	Tubete
T <sub>9</sub>	40%	Bolsa
T <sub>10</sub>	40%	Tubete

### Croquis del experimento

	T5	T10	T7	T4	T3	T6	T9	T2	T1	T8
R1										
R2										
R3										
R4										
R5										

Figura 1. Croquis del experimento.

El número de plantas por tratamiento fue de 60, es decir, 12 por cada repetición. En total se evaluaron 600 plantas de *Cedrela lilloi* C. DC.

#### 3.3.4. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \text{Factor } A_i + \text{Factor } B_j + \text{Factor } A_i * \text{Factor } B_j + \varepsilon$$

**Donde** :

$Y_{ij}$  : Respuesta esperada del i-ésimo Factor A con el j-ésimo Factor B.

$\mu$  : Media de las unidades experimentales.

Factor  $A_i$  : Efecto del i-ésimo Factor A (nivel de abono orgánico).

Factor  $B_j$  : Efecto del j-ésimo Factor B (tipo de envase).

Factor  $A_i$  \* Factor  $B_j$  : Efecto de la Interacción del  $i$ -ésimo Factor A con el  $j$ -ésimo Factor B.

$\varepsilon$  : Error experimental.

El análisis de varianza se realizó con el programa InfoStat (2004) y para las diferencias de medias se utilizó la diferencia mínima significativa de Fisher cuando el valor de  $p < 0.05$  (STEEL y TORRIE, 1988).

Las fuentes de variación y grados de libertad se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Fuentes de variación y grados de libertad del experimento factorial.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
<b>Factorial</b>	9
Factor A	4
Factor B	1
Factor A * Factor B	4
<b>Error</b>	40
<b>Total</b>	49

### 3.3.5. Variables dependientes evaluadas

- Diámetro de los plantones a la altura del cuello.
- Altura total de los plantones.
- Peso seco (biomasa) de raíces.

- Peso seco (biomasa) de tallos.
- Peso seco (biomasa) de hojas.

### **3.3.6. Variables independientes evaluadas**

- Abono orgánico (niveles o dosis de bocashi).
- Tipo de envase (bolsas y tubetes).

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Altura de plantas de *Cedrela lilloi* C. DC.

La altura de plantas fue evaluada en cinco periodos, cada 30 días. Sin embargo, dado que los resultados presentan diferencia estadística significativa para los tratamientos (factorial) y que la totalidad de evaluaciones presenta la misma tendencia, se presentan solo los resultados de la última evaluación (a 180 días del repique).

Al realizar al análisis de varianza, se determinó que existe una clara evidencia estadística para aceptar las diferencias ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos (factorial), resultando altamente significativos los efectos principales (niveles de bocashi y tipos de envase) y los efectos simples. El modelo presenta un coeficiente de variabilidad de 10.13%, lo cual garantiza la homogeneidad de los resultados experimentales; asimismo, el valor de  $r$ -cuadrado igual a 0.97 indica que el 97% de los datos se ajustan al modelo propuesto (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de varianza para la altura (cm) de plantas de cedro lila (*Cedrela lilloi* C. DC.), utilizando 5 niveles de bocashi con 2 diferentes tipos de envase, a 180 días del repique.

Fuentes de variación	Altura del plantón			
	GL	CM	p-valor	Significancia (5%)
Tratamientos	9	426.83	<0.0001	**
A (bocashi)	4	122.4	<0.0001	**
B (envase)	1	2287.333	<0.0001	**
AxB	4	170.52	<0.0001	**
Error	37	2.75		
Total	46			

CV = 10.13 %

$R^2 = 0.97$

(\*\*) Altamente significativo

Por lo tanto, de acuerdo a los resultados mostrados, las conclusiones se basan a los efectos simples, debiendo abrirse la interacción (Cuadro 7).

Se observa la diferencia estadística entre los niveles del factor A (nivel de bocashi) en los dos tipos de envase: bolsa ( $b_1$ ) y tubete ( $b_2$ ); implicando que al utilizar el envase tipo bolsa y tipo tubete se encuentran diferencias estadísticas entre las distintas concentraciones de bocashi (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de los efectos simples entre los niveles de bocashi y tipos de envase (AxB), para la altura de plantas de cedro lila (*Cedrela lilloi* C. DC.) a 180 días del repique.

Fuentes de variación	Altura del plantón		
	CM	P-valor	Significancia
Efectos simples de factor A			
A en b <sub>1</sub> (bolsa)	337.18	<0.0001	**
A en b <sub>2</sub> (tubete)	6.46	0.0307	*
Efectos simples del factor B			
B en a <sub>1</sub> (0%)	803.44	0.0001	**
B en a <sub>2</sub> (10%)	1157.71	<0.0001	**
B en a <sub>3</sub> (20%)	594.34	<0.0001	**
B en a <sub>4</sub> (30%)	243.78	<0.0001	**
B en a <sub>5</sub> (40%)	10.04	0.0277	*

(\*) Significativo.      (\*\*) Altamente significativo.      (ns) No significativo

Se confirma que al utilizar el envase tipo bolsa se encuentra alta diferencia estadística entre los niveles de bocashi (0%, 10%, 20%, 30% y 40%), resultando el tratamiento T<sub>1</sub> (0% bocashi) con mayor altura de plantas (32.47 cm) y el nivel 40% de bocashi (T<sub>9</sub>) con plantas de menor altura (11.66 cm). Por otra parte, al emplear los tubetes se encuentran dos grupos claramente diferenciados: plantas que obtuvieron mayor altura, producidas con niveles de bocashi de 0% (T<sub>2</sub>), 20% (T<sub>6</sub>), 30% (T<sub>8</sub>) y 40% (T<sub>10</sub>) (con 8.75, 9.45, 8.65 y 9.65 cm, respectivamente), y plantas con menor altura (6.77 cm) producidas con un nivel de 10% de bocashi (T<sub>4</sub>) (Cuadro 8 y Figura 2).



Asimismo, respecto a la calidad de plantas según la altura de los plantones, de acuerdo al Cuadro 3 (SÁENZ *et al.*, 2010), los tratamientos T<sub>1</sub> (32.47 cm), T<sub>3</sub> (28.29 cm), T<sub>5</sub> (24.87 cm) y T<sub>7</sub> (18.52 cm) presentan calidad alta; en tanto los plantones del tratamiento T<sub>9</sub> (11.66 cm), presentan calidad baja.

Por su parte, los plantones producidos en tubetes en todos los tratamientos presentaron calidad baja (T<sub>2</sub> = 8.75 cm, T<sub>4</sub> = 6.77 cm, T<sub>6</sub> = 9.45, T<sub>8</sub> = 8.65 y T<sub>10</sub> = 9.65 cm).

Cuadro 8. Altura de plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. a 180 días del repique, con respecto al efecto simple del factor A (niveles de bocashi) en el factor B (tipos de envase) (promedio ± error estándar).

Clave	Factor A (nivel de bocashi)	Altura de plantones (cm)
A (sustrato) en b <sub>1</sub> (bolsa)		
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> : 0%	32.47 ± 1.35 a
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> : 10%	28.29 ± 0.54 b
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> : 20%	24.87 ± 0.52 c
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>4</sub> : 30%	18.52 ± 0.80 d
a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>5</sub> : 40%	11.66 ± 0.69 e
A (sustrato) en b <sub>2</sub> (tubete)		
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> : 0%	8.75 ± 0.05 ab
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> : 10%	6.77 ± 0.95 b
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>3</sub> : 20%	9.45 ± 0.69 a
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>4</sub> : 30%	8.65 ± 0.36 ab
a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>5</sub> : 40%	9.65 ± 0.29 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba de Fisher ( $p \leq 0.05$ ).

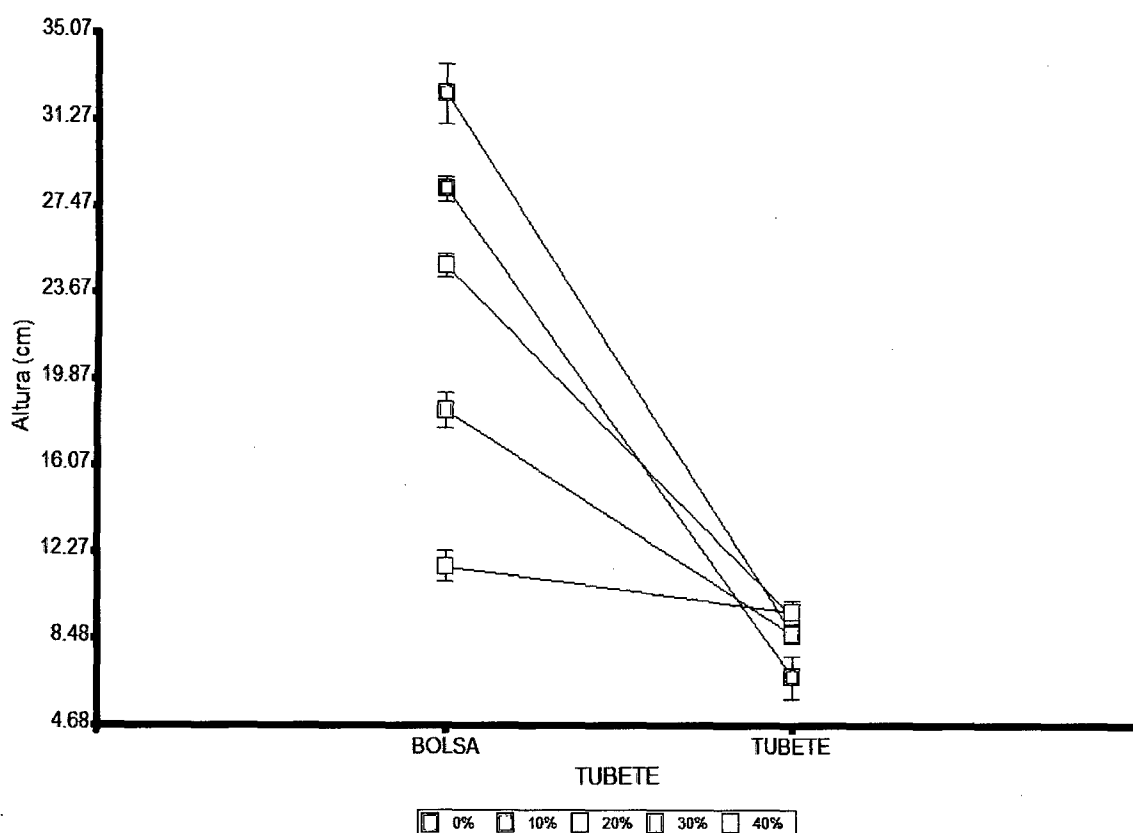


Figura 2. Efecto de la interacción de los niveles de bocashi (factor A) en los tipos de envase (factor B), con respecto a la altura de plantas de *Cedrela lilloi* C. DC. a 180 días del repique.

El análisis de medias del efecto simple B (tipos de envase) en los distintos niveles de bocashi (A) muestra que para todo los niveles de bocashi utilizado se encuentran diferencias estadísticas entre los tipos de envase, obteniendo plantones con mayor altura al utilizarse el envase tipo bolsa: T<sub>1</sub> (32.47 cm), T<sub>3</sub> (28.29 cm), T<sub>5</sub> (24.87 cm), T<sub>7</sub> (18.52 cm) y T<sub>9</sub> (11.66 cm) (Cuadro 9 y Figura 3).

Cuadro 9. Altura de plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. a 180 días del repique, con respecto al efecto simple del factor B (tipo de envase) en el factor A (niveles de bocashi). (Promedio  $\pm$  error estándar).

Clave	Factor B (tipo de envase)	Altura de plantones (cm)
B (envase) en a <sub>1</sub> (0%)		
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	b <sub>1</sub> : bolsa	32.47 $\pm$ 1.35 a
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	b <sub>2</sub> : tubete	8.75 $\pm$ 0.05 b
B (envase) en a <sub>2</sub> (10%)		
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	b <sub>1</sub> : bolsa	28.29 $\pm$ 0.54 a
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	b <sub>2</sub> : tubete	6.77 $\pm$ 0.95 b
B (envase) en a <sub>3</sub> (20%)		
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	b <sub>1</sub> : bolsa	24.87 $\pm$ 0.52 a
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	b <sub>2</sub> : tubete	9.45 $\pm$ 0.69 b
B (envase) en a <sub>4</sub> (30%)		
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	b <sub>1</sub> : bolsa	18.52 $\pm$ 0.80 a
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	b <sub>2</sub> : tubete	8.65 $\pm$ 0.36 b
B (envase) en a <sub>5</sub> (40%)		
a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	b <sub>1</sub> : bolsa	11.66 $\pm$ 0.69 a
a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	b <sub>2</sub> : tubete	9.65 $\pm$ 0.29 b

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba de Fisher ( $p \leq 0.05$ ).

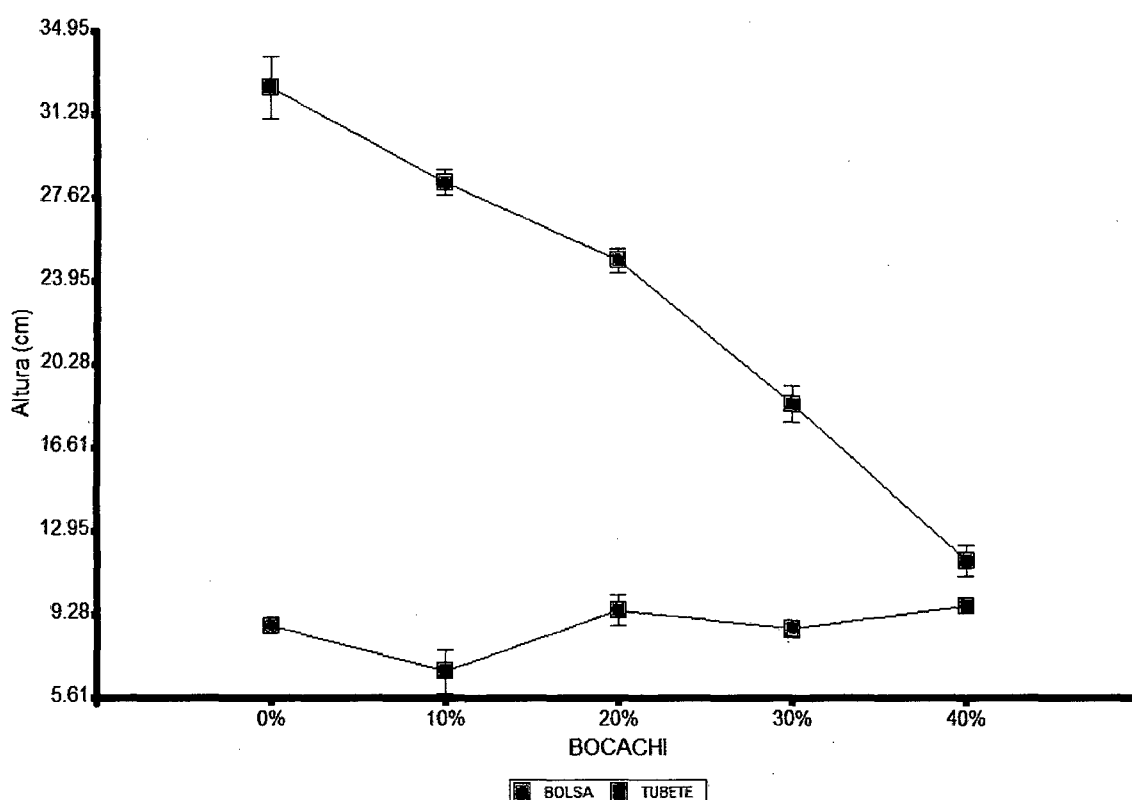


Figura 3. Efecto de la interacción de los tipos de envase (B) en los niveles de bocashi (A) con respecto a la altura de los plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. a 180 días del repique.

#### 4.2. Diámetro de tallo de plantas de *Cedrela lilloi* C. DC.

De manera similar al caso anterior, los resultados del diámetro del tallo corresponden a la quinta evaluación (a 180 días del repique).

Al realizar al análisis de varianza (Cuadro 10), se determinó que existe diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos (factorial) con respecto al diámetro de tallo de plantón ( $p < 0.05$ ). También se encuentran diferencias estadísticas entre los efectos principales (niveles de bocashi y tipos de envase) así como para el efecto simple entre los niveles de bocashi y tipos de envase. El modelo tiene un coeficiente de variabilidad de

10.12%, lo cual garantiza la homogeneidad de los resultados experimentales, y el valor de r-cuadrado (0.95) indica que el 95% de los datos se ajustan al modelo propuesto.

Cuadro 10. Análisis de varianza para el diámetro de tallo (cm) de plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. utilizando 5 niveles de bocashi con dos diferentes tipos de envase correspondiente a 180 días del repique.

Fuentes de variación	Diámetro de tallo del plantón			
	GL	CM	p-valor	Significancia (5%)
Tratamientos	9	7.64	<0.0001	**
A (Bocashi)	4	2.6	<0.0001	**
B (Envase)	1	43.69	<0.0001	**
AxB	4	1.55	<0.0001	**
Error	37	0.1		
Total	46			

CV = 10.12 %      (\*) Significativo

R<sup>2</sup> = 0.95      (\*\*) Altamente significativo

Por lo tanto, de acuerdo a los resultados mostrados, las conclusiones se basan a los efectos simples, debiéndose abrir la interacción (Cuadro 11).

Se observa que existe diferencia estadística entre los niveles del factor A (niveles de bocashi) en los dos tipos de envase: bolsa (b<sub>1</sub>) y tubete

(b<sub>2</sub>), lo cual implica que al utilizar los envases tipo bolsa y tipo tubete, se encuentran diferencias estadísticas entre las distintas concentraciones de bocashi. Por otra parte, al evaluarse el factor B (tipos de envase) en los niveles de bocashi: 0% (a<sub>1</sub>), 10% (a<sub>2</sub>), 20% (a<sub>3</sub>), 30% (a<sub>4</sub>) y 40% (a<sub>5</sub>), se encuentran diferencias estadísticas en cada nivel entre los tipos de envase (Cuadro 11).

Cuadro 11. Análisis de los efectos simples entre los niveles de bocashi y tipo de envase (AxB) para el diámetro de tallo de plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. a 180 días del repique.

Fuentes de variación	Diámetro de tallo del plantón		
	CM	P-valor	Significancia
Efectos simples de factor A (bocashi)			
A en b <sub>1</sub> (bolsa)	4.85	<0.0001	**
A en b <sub>2</sub> (tubete)	0.11	0.0219	*
Efectos simples del factor B (envase)			
B en a <sub>1</sub> (0%)	11.95	0.0011	**
B en a <sub>2</sub> (10%)	12.35	<0.0001	**
B en a <sub>3</sub> (20%)	14.84	<0.0001	*
B en a <sub>4</sub> (30%)	8.16	<0.0001	**
B en a <sub>5</sub> (40%)	1.11	0.0209	*

(\*) Significativo

(\*\*) Altamente significativo

(ns) No significativo

La prueba de medias mostrada en el Cuadro 12 describe estas diferencias.

Se aprecia la diferencia estadística entre los niveles de bocashi (0%, 10%, 20%, 30% y 40%) por cada tipo de envase. Es así que cuando se utiliza como envase la bolsa, se encontró que el mayor diámetro de tallo lo obtuvieron plantones producidos con 0% de bocashi ( $T_1$ ) que alcanzaron 5.23 mm, mientras plantones producidos con el tratamiento  $T_9$  (40% de bocashi) alcanzaron menor diámetro (2.60 mm); por otra parte, cuando se utilizaron tubetes como envase, el mayor diámetro se encontró al utilizar 0% de bocashi ( $T_2$ ), cuyos plantones obtuvieron 2.34 mm, en tanto el menor diámetro lo obtuvieron plantones producidos con 30% de bocashi ( $T_8$ ) con 1.85 mm (Cuadro 12 y Figura 4).

Asimismo, respecto a la calidad de plantas según el diámetro de los plantones, de acuerdo al Cuadro 3 (SÁENZ *et al.*, 2010), el tratamiento  $T_1$  (5.23 mm) presenta calidad alta, y los tratamientos  $T_3$  (4.33 mm),  $T_5$  (4.42 mm) y  $T_7$  (3.65 mm) y  $T_9$  (2.60 mm), presentan calidad media.

Por su parte, los plantones producidos en tubetes en todos los tratamientos presentaron calidad baja ( $T_2 = 2.34$  mm,  $T_4 = 2.11$  mm,  $T_6 = 1.98$  mm,  $T_8 = 1.85$  mm y  $T_{10} = 1.93$  mm).

Cuadro 12. Diámetro de tallo de plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. a 180 días del repique, con respecto al efecto simple del factor A (nivel de bocashi) en el factor B (tipo de envase). (Promedio  $\pm$  error estándar).

Clave	Factor A (nivel de bocashi)	Diámetro de tallo de plantones (mm)
A (sustrato) en b <sub>1</sub> (bolsa)		
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> : 0%	5.23 $\pm$ 0.24 a
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> :10%	4.33 $\pm$ 0.15 b
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> : 20%	4.42 $\pm$ 0.10 b
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>4</sub> :30%	3.65 $\pm$ 0.12 c
a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>5</sub> :40%	2.60 $\pm$ 0.23 d
A (sustrato) en b <sub>2</sub> (tubete)		
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> : 0%	2.34 $\pm$ 0.26 a
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> :10%	2.11 $\pm$ 0.07 b
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>3</sub> : 20%	1.98 $\pm$ 0.10 a
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>4</sub> :30%	1.85 $\pm$ 0.03 b
a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>5</sub> :40%	1.93 $\pm$ 0.05 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba de Fisher ( $p \leq 0.05$ ).



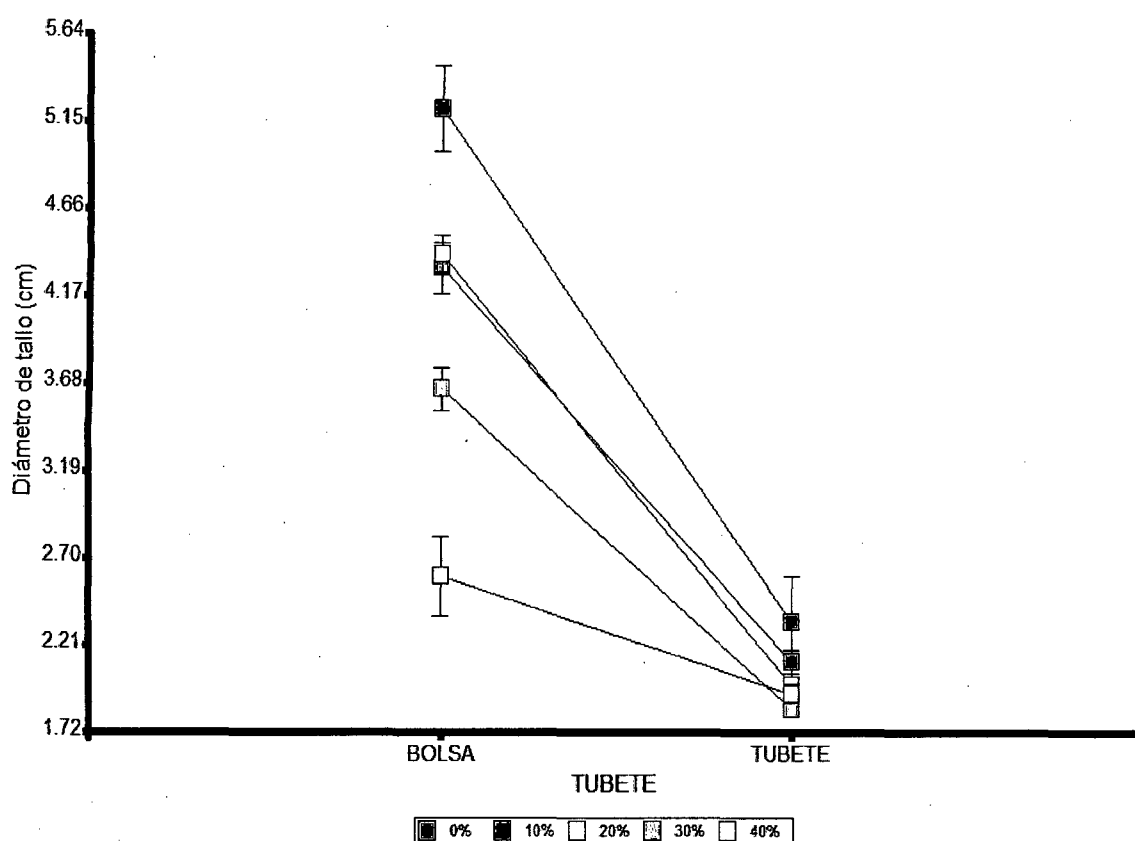


Figura 4. Efecto de la interacción de los niveles de bocashi (A) en los tipos de envase (B), con respecto al diámetro de tallo de los plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. a 180 días del repique.

Según se observa en la prueba de medias del efecto simple B (tipos de envase) en los distintos niveles de bocashi (A), existe una clara evidencia estadística al utilizar bolsas o tubetes como envase. Los plantones con mayor diámetro de tallo son los producidos en bolsa en todos los niveles de bocashi: T<sub>1</sub> (5.23 mm), T<sub>3</sub> (4.33 mm), T<sub>5</sub> (4.42 mm), T<sub>7</sub> (3.65 mm) y T<sub>9</sub> (2.60 mm) alcanzando mayor diámetro los producidos con 0% de bocashi (T<sub>1</sub>) (Cuadro 13 y Figura 5).

Cuadro 13. Diámetro de tallo de plántones de *Cedrela lilloi* C. DC. a 180 días del repique, con respecto al efecto simple del factor B (tipo de envase) en el factor A (niveles de bocashi). (Promedio  $\pm$  error estándar).

Clave	Factor B (tipo de envase)	Diámetro de tallo de plántones (mm)
B (envase) en a <sub>1</sub> (0%)		
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	b <sub>1</sub> : bolsa	5.23 $\pm$ 0.24 a
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	b <sub>2</sub> : tubete	2.34 $\pm$ 0.26 b
B (envase) en a <sub>2</sub> (10%)		
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	b <sub>1</sub> : bolsa	4.33 $\pm$ 0.15 a
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	b <sub>2</sub> : tubete	2.11 $\pm$ 0.07 b
B (envase) en a <sub>3</sub> (20%)		
a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	b <sub>1</sub> : bolsa	4.42 $\pm$ 0.10 a
a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	b <sub>2</sub> : tubete	1.98 $\pm$ 0.10 b
B (envase) en a <sub>4</sub> (30%)		
a <sub>4</sub> b <sub>1</sub>	b <sub>1</sub> : bolsa	3.65 $\pm$ 0.12 a
a <sub>4</sub> b <sub>2</sub>	b <sub>2</sub> : tubete	1.85 $\pm$ 0.03 b
B (envase) en a <sub>5</sub> (40%)		
a <sub>5</sub> b <sub>1</sub>	b <sub>1</sub> : bolsa	2.60 $\pm$ 0.23 a
a <sub>5</sub> b <sub>2</sub>	b <sub>2</sub> : tubete	1.93 $\pm$ 0.05 b

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas según prueba de Fisher ( $p \leq 0.05$ ).

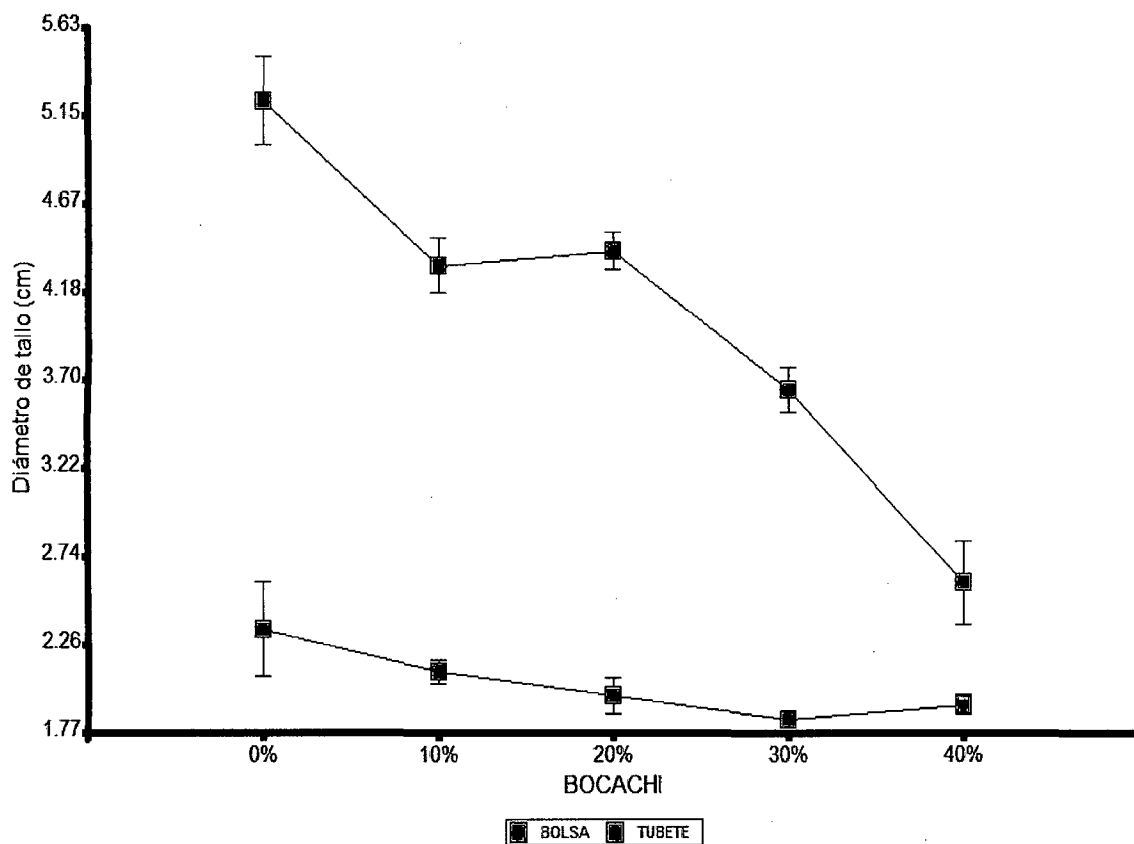


Figura 5. Efecto de la interacción de los tipos de envase (B) en los niveles de bocashi (A) con respecto al diámetro de tallo de los plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. a 180 días del repique.

#### 4.3. Relación altura/diámetro o índice de robustez (IR)

Los valores obtenidos de la relación altura/diámetro o índice de robustez por tratamiento durante las cinco evaluaciones, son mostrados en el Cuadro 14 y Figura 6.

Cuadro 14. Relación altura/diámetro (índice de robustez) de los plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. por tratamiento, a 30, 60, 90, 120 y 180 días del repique.

Evaluación	Relación altura/diámetro (índice de robustez) por tratamiento									
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>
1 (30 días)	5.3	4.6	5.6	4.4	4.4	5.0	5.1	4.3	5.2	4.7
2 (60 días)	7.7	4.7	7.5	4.2	5.2	5.1	5.3	4.5	5.2	4.7
3 (90 días)	7.0	4.1	7.5	3.7	6.2	5.1	5.4	4.9	4.9	5.1
4 (120 días)	6.8	3.9	7.1	3.5	6.0	5.0	5.4	5.0	4.8	5.4
5 (180 días)	6.2	3.7	6.5	3.2	5.6	4.8	5.1	4.7	4.5	5.0

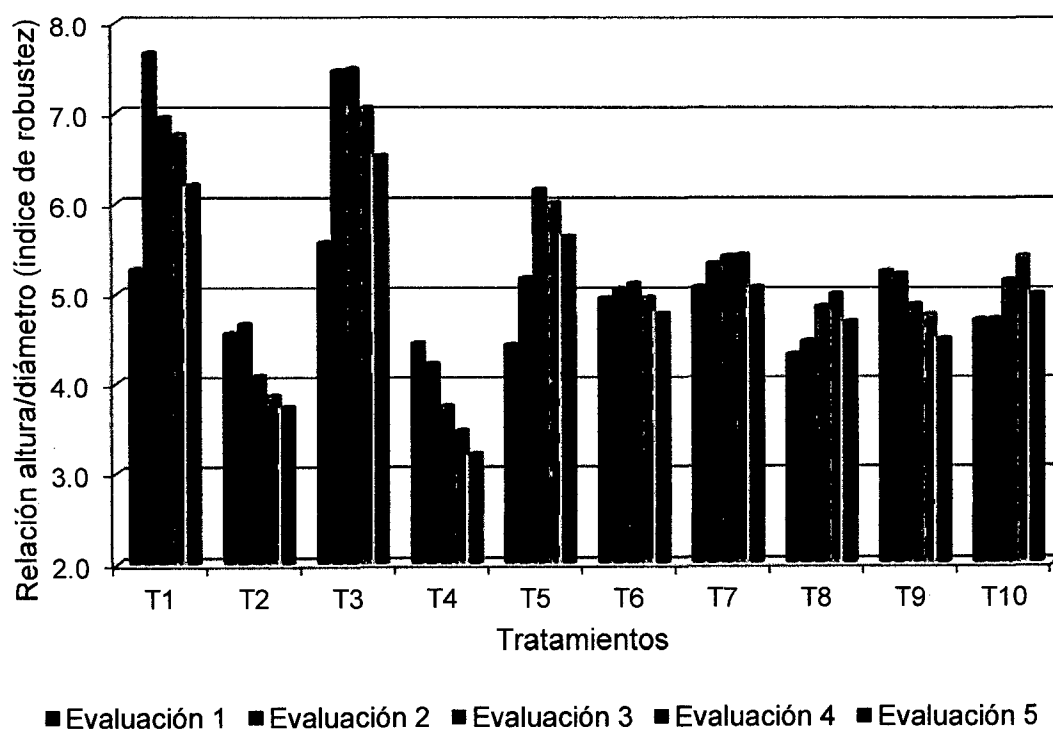


Figura 6. Relación altura/diámetro (índice de robustez) de los plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. por tratamiento, a 30, 60, 90, 120 y 180 días del repique.

Se observa en el Cuadro 14 que los valores de la relación altura/diámetro o índice de robustez presentan tendencia similar entre los tratamientos durante las cinco evaluaciones, y considerando que la real importancia radica en conocer este índice al final de la evaluación (a 180 días del repique), se realizó el cálculo del mismo para el referido periodo (Cuadro 15 y Figura 7).

Se observa que de acuerdo al Cuadro 3 (SÁENZ *et al.*, 2010), los tratamientos T<sub>2</sub> (3.7), T<sub>4</sub> (3.2), T<sub>5</sub> (5.6), T<sub>6</sub> (4.8), T<sub>7</sub> (5.1), T<sub>8</sub> (4.7), T<sub>9</sub> (4.5) y T<sub>10</sub> (5.0), presentan calidad alta; mientras los tratamientos T<sub>1</sub> (6.2) y T<sub>3</sub> (6.5), presentan calidad media, con valores cercanos a calidad alta.

Cuadro 15. Relación altura/diámetro (índice de robustez) de los plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. por tratamiento, a 180 días del repique.

Relación altura/diámetro (índice de robustez) por tratamiento									
T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>
6.2	3.7	6.5	3.2	5.6	4.8	5.1	4.7	4.5	5.0

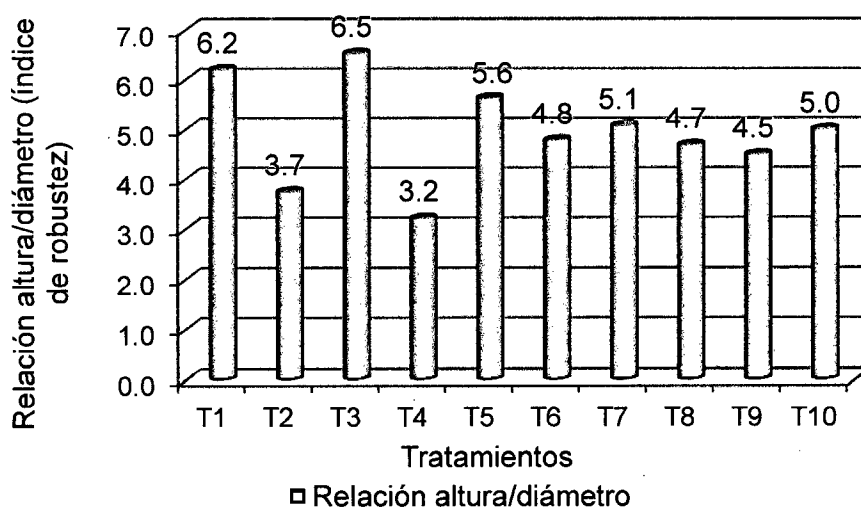


Figura 7. Relación altura/diámetro (índice de robustez) de los plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. por tratamiento, a 180 días del repique.

#### 4.4. Relación tallo/raíz

Considerando que la determinación de la biomasa de los plantones fue realizada en la última evaluación (a 180 días del repique), el cálculo de la relación tallo/raíz de los plantones se realizó también al final del experimento (Cuadro 16 y Figura 8).

Se observa que de acuerdo al Cuadro 3 (SÁENZ *et al.*, 2010), el tratamiento T<sub>2</sub> (1.9) presenta calidad alta, en tanto el tratamiento T<sub>8</sub> (2.4) presenta calidad media, y los tratamientos T<sub>1</sub> (3.6), T<sub>3</sub> (4.4), T<sub>4</sub> (2.8), T<sub>5</sub> (3.7), T<sub>6</sub> (3.3), T<sub>7</sub> (4.2), T<sub>9</sub> (4.7) y T<sub>10</sub> (2.7), presentan calidad baja.

Cuadro 16. Relación tallo/raíz de los plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. por tratamiento, a 180 días del repique.

Relación tallo/raíz por tratamiento									
T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>
3.6	1.9	4.4	2.8	3.7	3.3	4.2	2.4	4.7	2.7

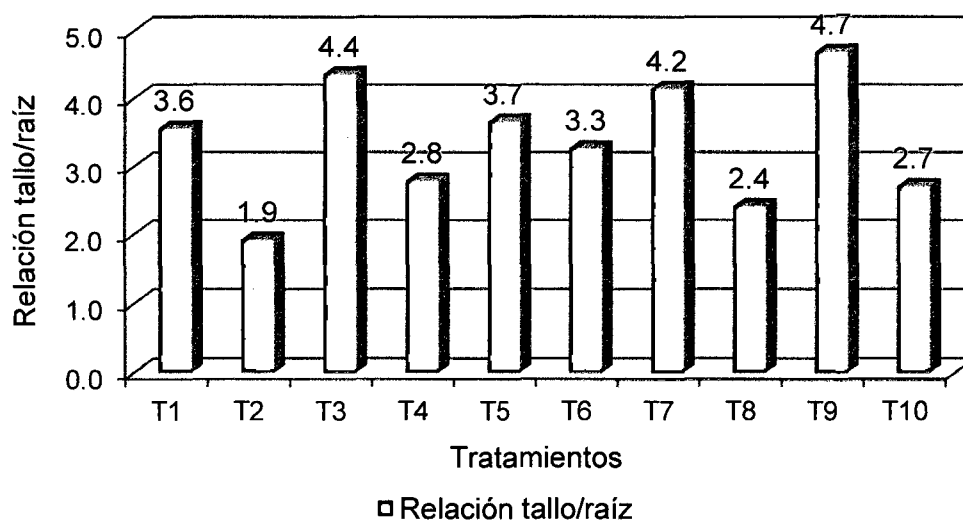


Figura 8. Relación tallo/raíz de los plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. por tratamiento, a 180 días del repique.

#### 4.5. Índice de Calidad de Dickson

De manera similar al índice anterior, el Índice de Calidad de Dickson fue calculado luego de la última evaluación (a 180 días del repique), cuyos resultados se muestran en el Cuadro 17 y Figura 9.

Se observa que de acuerdo al Cuadro 3 (SÁENZ *et al.*, 2010), el tratamiento T<sub>1</sub> (0.2) presenta calidad media, el resto de tratamientos sin excepción, presentan calidad baja (<0.2).

Cuadro 17. Índice de Calidad de Dickson de los plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. por tratamiento, a 180 días del repique.

Índice de Calidad de Dickson (ICD)									
T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>
0.16	0.02	0.11	0.02	0.14	0.01	0.09	0.02	0.05	0.02
0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0

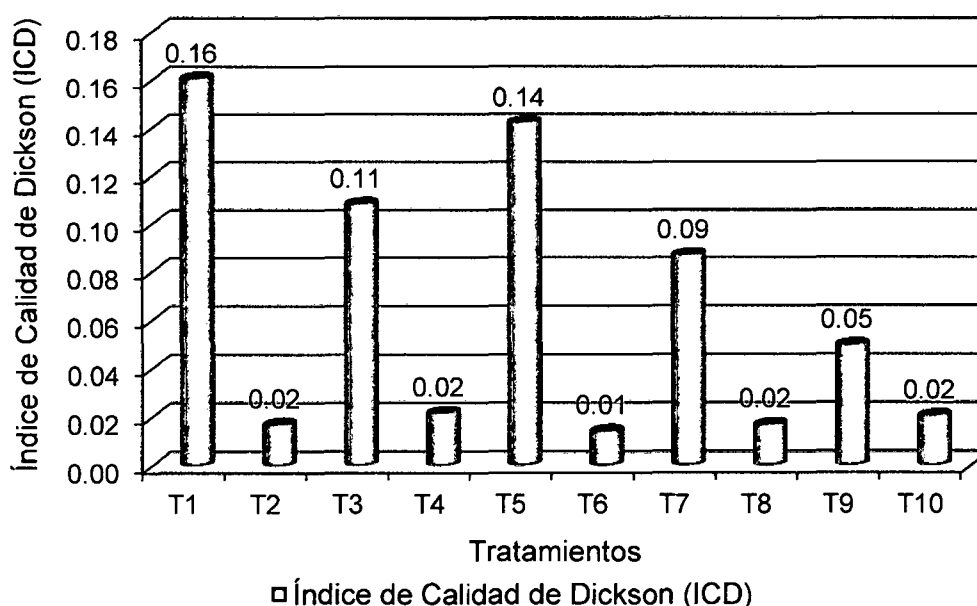


Figura 9. Índice de Calidad de Dickson de los plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. por tratamiento, a 180 días del repique.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Altura de plantas de *Cedrela lilloi* C. DC.

A 180 días del repique, se confirma que al utilizar bolsas como envase, se encuentra alta diferencia estadística entre los niveles de bocashi (0%, 10%, 20%, 30% y 40%), resultando el tratamiento T<sub>1</sub> (0% bocashi) con mayor altura de plántones (32.47 cm) y el nivel 40% de bocashi (T<sub>9</sub>) con plántones de menor altura (11.66 cm).

Por otra parte, al emplear los tubetes se encuentran dos grupos claramente diferenciados: plántones que obtuvieron mayor altura, producidas con niveles de bocashi de 0% (T<sub>2</sub>), 20% (T<sub>6</sub>), 30% (T<sub>8</sub>) y 40% (T<sub>10</sub>) (con 8.75, 9.45, 8.65 y 9.65 cm, respectivamente), y plántones con menor altura (6.77 cm) producidas con un nivel de 10% de bocashi (T<sub>4</sub>). Sin embargo, estos resultados en su totalidad son menores a los producidos en bolsas.

De ambos resultados se desprende: primero, que las bolsas permiten un mayor crecimiento en altura de los plántones, donde debido a sus dimensiones contiene mayor cantidad de sustrato y nutrientes, y por consiguiente ofrece mayor espacio para el desarrollo radicular, permitiendo a la planta asimilarlos en cantidades óptimas, en comparación a los tubetes; y segundo, que el bocashi como abono orgánico no surte efecto en la especie *Cedrela lilloi* C. DC., que aparentemente aprovecha mejor los nutrientes del sustrato convencional (80% tierra agrícola y 20% arena).



Al respecto, MEXAL y LANDIS (1990) sostienen que la altura del plantón 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. BIRCHLER *et al.* (1998) por su parte, manifiestan que 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.

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).

Asimismo, respecto a la calidad de plantas según la altura de los plantones, tomando los valores sugeridos por SÁENZ *et al.* (2010), los tratamientos T<sub>1</sub> (32.47 cm), T<sub>3</sub> (28.29 cm), T<sub>5</sub> (24.87 cm) y T<sub>7</sub> (18.52 cm) presentan calidad alta; en tanto los plantones del tratamiento T<sub>9</sub> (11.66 cm), presentan calidad baja. Mientras los plantones producidos en tubetes en todos los tratamientos presentaron calidad baja (T<sub>2</sub> = 8.75 cm, T<sub>4</sub> = 6.77 cm, T<sub>6</sub> = 9.45 cm, T<sub>8</sub> = 8.65 cm y T<sub>10</sub> = 9.65 cm).

SÁENZ *et al.* (2010) en investigaciones realizadas sobre calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán-México, encontraron que la altura en especies del género *Pinus* fluctuó entre 13.8 cm en *Pinus oocarpa* en el vivero La Chichihua y hasta 38.2 cm en *Pinus greggii* en el vivero José Ma. Morelos; estos resultados aun no perteneciendo a la especie materia del presente estudio, muestran concordancia con los obtenidos

en la investigación (producidos en bolsas), confirmando que se trata de plantas con calidad media a alta.

## **5.2. Diámetro de tallo de plantas de *Cedrela lilloi* C. DC.**

En plantones producidos empleando como envase la bolsa, a 180 días del repique se encontró diferencia estadística entre los niveles de bocashi (0%, 10%, 20%, 30% y 40%) por cada tipo de envase. Es así que cuando se utiliza como envase la bolsa, se encontró que el mayor diámetro de tallo lo obtuvieron plantones producidos con 0% de bocashi ( $T_1$ ) que alcanzaron 5.23 mm, mientras plantones producidos con el tratamiento  $T_9$  (40% de bocashi) alcanzaron menor diámetro (2.60 mm); por otra parte, cuando se utilizaron tubetes como envase, el mayor diámetro se encontró al utilizar 0% de bocashi ( $T_2$ ), cuyos plantones obtuvieron 2.34 mm, en tanto el menor diámetro lo obtuvieron plantones producidos con 30% de bocashi ( $T_8$ ) con 1.85 mm.

De lo antes descrito se desprende: primero, que las bolsas debido a sus dimensiones contienen mayor cantidad de sustrato y nutrientes, lo cual permite un mayor crecimiento en diámetro de los plantones y por consiguiente ofrece mayor espacio para el desarrollo radicular, permitiendo a la planta asimilarlos en cantidades adecuadas, en comparación a los tubetes; y segundo, que el bocashi como abono orgánico no influencia en la especie *Cedrela lilloi* C. DC., la que al parecer aprovecha mejor los nutrientes del sustrato convencional (80% tierra agrícola y 20% arena).

Sobre el tema, PRIETO *et al.* (2003) y PRIETO *et al.* (2009), afirman que el diámetro del cuello de la raíz o diámetro basal 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 toleran mejor los daños por plagas y fauna nociva, aunque esto varía de acuerdo a la especie.

Por su parte, Cleary *et al.* (1978) y Thompson (1984), citados por GARCÍA (2007) sostienen que el diámetro es una medida de la robustez de la planta y se ha considerado como el mejor predictor individual del crecimiento y la supervivencia en campo.

En lo que concierne a la calidad de plantas según el diámetro de los plantones, considerando lo propuesto por SÁENZ *et al.* (2010), el tratamiento T<sub>1</sub> (5.23 mm) presenta calidad alta, y los tratamientos T<sub>3</sub> (4.33 mm), T<sub>5</sub> (4.42 mm) y T<sub>7</sub> (3.65 mm) y T<sub>9</sub> (2.60 mm) presentan calidad media. En tanto para los plantones producidos en tubetes, todos los tratamientos presentaron calidad baja (T<sub>2</sub> = 2.34 mm, T<sub>4</sub> = 2.11 mm, T<sub>6</sub> = 1.98 mm, T<sub>8</sub> = 1.85 mm y T<sub>10</sub> = 1.93 mm).

Sobre el tema, MEXAL y LANDIS (1990) indican que una supervivencia alta (> 80%), se logra cuando los plantones tienen de 5 a 6 mm de diámetro), de donde se desprende que los plantones producidos con el tratamiento T<sub>1</sub> (5.23 mm) serán los que garanticen una supervivencia > al 80%, es decir, una supervivencia alta.

La importancia del volumen del contenedor es indiscutible. Numerosos estudios realizados así lo demuestran WARD *et al.* (1981), PIOTTO (1988), MARCELLI y PIOTTO (1993), y CEMAGREF (1987). El agua adicional

y la mayor cantidad de nutrientes disponibles en los envases mayores proporcionan significativamente mejores resultados de crecimiento y supervivencia. El mayor volumen proporciona un desarrollo radical en el suelo más armónico, mientras que los contenedores de volúmenes inferiores, al estar el sistema radical limitado y comprimido, producen un desarrollo en el suelo anárquico (CEMAGREF, 1987). Los estudios realizados aconsejan, para climas áridos y secos, la utilización de contenedores mayores de 300 cc. No obstante, para especies de crecimiento más lento en vivero los contenedores de menor volumen pueden ser válidos.

La profundidad del contenedor parece ser que no es una variable que influya demasiado por sí misma, pero una alta profundidad unida a una sección estrecha puede ocasionar malos resultados en la planta por una falta de aireación en las raíces (MARIEN y DROWIN, 1978). No obstante, esta variable presenta gran importancia en el caso de especies que desarrollan una fuerte raíz pivotante.

Por su parte, OBANDO (2011) al estudiar los efectos de dos tipos de bokashi en tres porcentajes como sustrato en el crecimiento inicial de jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*) determinó que el tratamiento T<sub>6</sub> compuesto por bokashi a base de curinaza al 30% obtuvo mayor tamaño final con un promedio de 45,13cm, El tratamiento T<sub>6</sub> compuesto por bokashi a base de curinaza al 30% obtuvo el mayor diámetro del tallo con un promedio final de 8,73mm. Estos resultados difieren marcadamente de los obtenidos en la investigación, pudiéndose inferir que la especie *Jacaranda mimosifolia* sí asimila los nutrientes contenidos en el abono.

SÁENZ *et al.* (2010) en investigaciones realizadas sobre calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán-México, encontraron que el diámetro del cuello de la raíz (diámetro basal) en las especies del género *Pinus*, alcanzaron valores entre 2.8 mm en *Pinus greggii* en los viveros El Copal y Pátzcuaro, y hasta 6.6 mm en *Pinus ayacahuite* en el vivero La Dieta. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en la investigación con plántones producidos en bolsas, pese a no tratarse de la misma especie, lo cual es un indicador que envases amplios favorecen el crecimiento diametral de los plántones. Asimismo, nos muestran plantas con calidad media a alta.

### **5.3. Relación altura/diámetro o índice de robustez (IR)**

A los 180 días a partir del repique y de acuerdo a lo planteado por SÁENZ *et al.* (2010), los tratamientos T<sub>2</sub> (3.7), T<sub>4</sub> (3.2), T<sub>5</sub> (5.6), T<sub>6</sub> (4.8), T<sub>7</sub> (5.1), T<sub>8</sub> (4.7), T<sub>9</sub> (4.5) y T<sub>10</sub> (5.0), presentan calidad alta; mientras los tratamientos T<sub>1</sub> (6.2) y T<sub>3</sub> (6.5) presentan calidad media, con valores cercanos a calidad alta.

RODRÍGUEZ (2008) sostiene que el índice de robustez es la relación entre la altura del brinjal (cm) y el diámetro del cuello de la raíz (mm), debiendo ser menor a seis; asimismo afirma que 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 plántones más bajos y gruesos, aptos para sitios con limitación de humedad; mientras valores superiores a seis los dispone a los daños por viento, sequía y helada.

Sobre el tema, PRIETO *et al.* (2003) y PRIETO *et al.* (2009), indican que valores más bajos están asociados a una mejor calidad de la planta lo cual indica que es más robusta y con tallo vigoroso; en cambio valores altos indican una desproporción entre el crecimiento en altura y diámetro, como pueden ser tallos elongados con diámetros delgados. Esto evidencia el hecho de que en el experimento los plantones producidos con tubetes, contrariamente a los parámetros altura y diámetro, son los que mejor calidad en índice de robustez obtuvieron (la totalidad de tratamientos), lo cual explica que pese a tener menor crecimiento respecto a los producidos en bolsas, los tallos crecieron proporcionalmente a sus diámetros (no sufrieron elongación).

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 planta más pequeña; sin embargo, planta más grande no sobrevive tan bien como la de menor tamaño (Burdett, 1983; Thompson, 1984; Iverson, 1984 y Ritchie, 1984; citados por GARCÍA, 2007).

#### **5.4. Relación tallo/raíz**

Se observa que transcurridos 180 días a partir del repique y según los valores sugeridos por SÁENZ *et al.* (2010), el tratamiento T<sub>2</sub> (1.9) presenta calidad alta, en tanto el tratamiento T<sub>8</sub> (2.4) presenta calidad media, y los tratamientos T<sub>1</sub> (3.6), T<sub>3</sub> (4.4), T<sub>4</sub> (2.8), T<sub>5</sub> (3.7), T<sub>6</sub> (3.3), T<sub>7</sub> (4.2), T<sub>9</sub> (4.7) y T<sub>10</sub> (2.7), presentan calidad baja.

THOMPSON (1985), VERA (1995), MEXAL y LANDIS (1990), refieren que 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.

Al respecto, THOMPSON (1985) afirma que la relación tallo/raíz o biomasa seca aérea/biomasa seca raíz es importante debido a que refleja el desarrollo de la planta en vivero. Según RODRÍGUEZ (2008), 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, por lo que una buena relación debe fluctuar entre 1.5 y 2.5 dado 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. De lo dicho, se tiene entonces que el tratamiento T<sub>2</sub> (1.9) se encuentra en el rango de 1.5-2.5 y presenta calidad alta, en tanto que el tratamiento T<sub>8</sub> (2.4) no supera el valor de 2.5 propuesto por RODRÍGUEZ (2008), y presenta calidad media. Estos resultados muestran que la relación tallo/raíz alcanzó su mejor calidad (alta y media) independientemente al abono bocashi; es decir, en tubetes con 0% de bocashi (T<sub>2</sub>) se obtuvo plantas de calidad alta (1.9), mientras en tubetes con 30% de bocashi (T<sub>8</sub>) las plantas alcanzaron un índice de calidad media (2.4), tendiente a calidad baja.

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, *et al.*, 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 *et al.*, 2008).

Una planta de buena calidad debe tener un diámetro de cuello grande, bajo valor de esbeltez (cociente altura/diámetro de cuello), un sistema radical fibroso y un valor alto del cociente biomasa de raíz/biomasa aérea (Fonseca *et al.*, 2002; citado por GARCÍA, 2007).

De acuerdo con THOMPSON (1985), VERA (1995), MEXAL y LANDIS (1990), la biomasa de la planta tiene gran correlación con la supervivencia en campo, con la misma consistencia que el diámetro del tallo, por lo que se tendría, en algunas de las especies una baja supervivencia de las plantaciones, dado su bajo peso.

### **5.5. Índice de Calidad de Dickson**

Fonseca *et al.* (2002), citado por GARCÍA (2007), afirma 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. Asimismo, Dickson *et al.* (1960), citados por PRIETO *et al.* (1999) sugieren que a mayor valor del índice, mejor calidad de planta.



En la investigación, transcurridos 180 días a partir del repique, y según SÁENZ *et al.* (2010), el tratamiento T<sub>1</sub> (0.2) presenta calidad media, el resto de tratamientos sin excepción, presentan calidad baja (<0.2).

Estudios realizados con diferentes especies de coníferas, como *Pinus halepensis*, indican que se obtuvieron valores de ICD entre 0.3 y 0.5 de acuerdo a la aplicación de diferentes tratamientos de fertilización (OLIET, 1995). Estos resultados respecto a los de la investigación, presentan mejores valores para el Índice de Calidad de Dickson, los cuales tienden de calidad media a alta. Claro está que se trata de una especie de climas templados, difiriendo por tanto de las especies latifoliadas. Sin embargo, nos brinda una idea de los valores que puede alcanzar este índice en especies de realidades diferentes a la nuestra.

En abeto y pino, Hunt (1990), citado por GARCÍA (2007) determinó un ICD inferior a 0.15, lo que podría significar problemas en el establecimiento en campo, por lo que se recomienda un valor de ICD de 0.2 como mínimo, para contenedores de hasta 60 ml, basado en resultados de plantaciones.

Sobre el tema, COBAS *et al.* (2001) manifiestan que 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.

Tomando en consideración estos resultados, podemos fácilmente inferir que en la investigación los tratamientos T<sub>2</sub> hasta el T<sub>10</sub> tendrían

problemas en su establecimiento (supervivencia no garantizada) en campo, no siendo recomendable hacerlo. Una vez más se evidencia que a mayor concentración de bocashi, los efectos no ejercen influencia en el Índice de Calidad de Dickson de los plántones producidos tanto en bolsas como en tubetes, por lo que podemos afirmar que su ausencia en los sustratos no afecta el crecimiento de plantas de *Cedrela lilloi* C. DC. en vivero.

LEYVA *et al.* (2008) corrobora lo antes descrito, al indicar que 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.

## VI. CONCLUSIONES

1. El tratamiento T<sub>1</sub> (0% de bocashi en bolsas) evidenció mejor comportamiento en la mayoría de criterios morfológicos e índices, a excepción de la relación tallo/raíz: mayor altura de plantones (32.47 cm), mayor diámetro de tallo (5.23 mm), calidad alta en altura (32.47 cm  $\geq$  15.0), calidad alta en diámetro (5.23 mm  $\geq$  5.0), calidad media a alta de la relación altura/diámetro o índice de robustez (6.2 para un rango de 6.0 - 7.9), y calidad media para el Índice de Calidad de Dickson (0.2 para un rango de 0.2 – 0.4).
2. Situación opuesta radicalmente representa la interacción del tratamiento T<sub>9</sub> (40% de bocashi en bolsas), donde los plantones obtuvieron menor altura (11.66 cm), menor diámetro (2.60 mm), calidad baja en altura (11.66 cm < 12.0), calidad media en diámetro T<sub>9</sub> (2.60 mm para un rango de 2.5 – 4.9), y calidad baja de la relación tallo/raíz (4.7).
3. En lo que respecta a la producción en tubetes, se observa claramente que el tratamiento T<sub>2</sub> (0% de bocashi en tubetes) produjo plantones con mayor altura: (8.75 cm), mayor diámetro (2.34 mm), calidad alta para la relación altura/diámetro o índice de robustez (3.7 < 6.0) y calidad alta de la relación tallo/raíz (1.9 < 2.0).
4. En tubetes, los menores rendimientos se resumen en: T<sub>4</sub> (10% de bocashi) plantones con menor altura (6.77 cm); T<sub>8</sub> (30% de bocashi) plantones de menor diámetro (1.85 mm); T<sub>2</sub> (8.75 cm), T<sub>4</sub> (6.77 cm), T<sub>6</sub>

## VII. RECOMENDACIONES

1. En vivero, independientemente del abono orgánico bocashi, producir plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. empleando bolsas como envase, con lo cual se logran mejores valores de los criterios morfológicos e índices de calidad de plantas respecto a los producidos en tubetes.
2. En la producción de plantones de *Cedrela lilloi* C. DC. en vivero, independientemente del tipo de envase, no utilizar el abono orgánico bocashi, dado que a mayores niveles, los rendimientos de los criterios morfológicos e índices disminuyen.
3. Para producir plantones de calidad alta de la especie *Cedrela lilloi* C. DC., emplear el sustrato convencional: tierra agrícola 80% y arena 20%, es decir, el tratamiento T<sub>1</sub> (0% de bocashi en bolsas).
4. Propiciar e incentivar la continuidad de investigaciones en esta línea, experimentando en las diversas especies de latifoliadas aún no estudiadas.

(9.45 cm), T<sub>8</sub> (8.65 cm) y T<sub>10</sub> (9.65 cm), calidad baja en altura; T<sub>2</sub> (2.34 mm), T<sub>4</sub> (2.11 mm), T<sub>6</sub> (1.98 mm), T<sub>8</sub> (1.85 mm) y T<sub>10</sub> (1.93 mm), calidad baja para el diámetro; y T<sub>4</sub> (2.8), T<sub>6</sub> (3.3) y T<sub>10</sub> (2.7), calidad baja para la relación tallo/raíz.

5. Los plantones producidos en bolsas evidenciaron mejor comportamiento de los criterios morfológicos e índices de calidad de plantas, respecto a los producidos en tubetes.
6. La tendencia general en ambos tipos de envase es que a mayores niveles (dosis) de bocashi, los rendimientos de los criterios morfológicos e índices disminuyen, no produciéndose plantones de calidad alta.
7. El uso del abono orgánico bocashi no es necesario para producir plantones de calidad alta de la especie *Cedrela lilloi* C. DC., lo cual se logró con el tratamiento T<sub>1</sub> (0% de bocashi en bolsas).

## **EFFECT OF SUBSTRATE AND TYPE OF CONTAINER IN THE QUALITY OF PLANTS OF LILAC CEDAR (*Cedrela lilloi* C. DC.) IN NURSERY**

### **VIII. ABSTRACT**

The limited economic resources means that the production of forest plants is carried out in the shortest possible time and have a good quality, enabling you to achieve success in the establishment and development of plantations. In this regard, research has the following objectives: to assess by morphological criteria such as height, diameter, height/diameter ratio, stem/root ratio and Dickson Quality Index, quality of plants *Cedrela lilloi* C. DC. produced under the interaction of different concentrations of bocashi and types of container. It was developed in the Forest and Ornamental Nursery and at the Laboratory of Forest Seed Certification, both from the Faculty of Renewable Natural Resources of the Universidad Nacional Agraria de la Selva, politically located in the Rupa Rupa district, Leoncio Prado province, Huánuco region Perú. As botanical material is employment seeds of *Cedrela lilloi* C. DC., and as components of the substrates: bocashi, agricultural land and sand. The experimental design corresponds to a Completely Randomized Design with a 5x2 factorial arrangement with five replications. The factors studied were: factor A: bocashi at levels of 0%, 10%, 20%, 30% and 40%; and factor B: container type, ie, bags and tubetes. 10 treatments were generated. The quality indexes of plant were calculated height/diameter ratio or index of robustness (Roller, 1977, cited by THOMPSON, 1985), stem/root ratio (Herman, 1964, cited by

THOMPSON, 1985) and Dickson Quality Index (DICKSON *et al.*, 1960). The results at 180 days after peal show that using bags as packaging, is high statistical difference between bocashi levels, indicating that treatment T<sub>1</sub> (0% bocashi, bag) performed better in most morphological criteria and indexes, i.e., greater height of seedlings (32.47 cm), greater stem diameter (5.23 mm), high quality in height (32.47 cm  $\geq$  15.0), high quality in diameter (5.23 mm  $\geq$  5.0), medium to high quality of height/diameter ratio or index of robustness (6.2 for a range of 6.0 - 7.9), and average quality for the Dickson Quality Index (0.2 for range of 0.2 - 0.4). Radically opposite situation represents the interaction of treatment T<sub>9</sub> (40% bocashi, bag), tubetes while production reached values lower plant quality indices from the exchanges.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIRCHLER, T., ROSE R.W., ROYO A., PARDOS M. 1998. La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales, Oregon State University, Oregon. EE.UU y Universidad Politécnica de Madrid, España. 7:109-121.
- CARE. 1998. Experiencias en el Manejo Sostenible de los Recursos Naturales en Los Andes. Quito, Ec. p. 106–111.
- CASTILLO, M.C. 2001. Influencia de la calidad de *Pinus pseudostrobus* en sobrevivencia y crecimiento de un ensayo de reforestación en Iturbide, N. L. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 87 p.
- CASTILLO, Q.A. 2010. Manual dendrológico de las principales especies de interés comercial actual y potencial de la zona del Alto Huallaga. Cámara Nacional Forestal. Lima, Perú. 82 p.
- CEMAGREF. 1987. Plants forestiers en conteneurs.- Informations techniques N° 67. 35 p.
- COBAS, L.M., CASTILLO M.I., GONZÁLEZ I.E. 2001. Comportamiento de diferentes parámetros morfológicos en la calidad de la planta de *Hibiscus elatus* Sw. cultivada en viveros sobre tubetes en la provincia de Pinar del Río. Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Vol. 3. Universidad de Pinar del Río, Pinar del Río 20 100, Cuba. 4 p.



- CORTINA, J., VALDECANTOS A., SEVA J.P., VILAGROSA A., BELLOT J., VALLEJO V.R. 1997. Relación tamaño-supervivencia en plántones de especies arbustivas y arbóreas mediterráneas producidos en vivero. *In*: Actas II Congreso Forestal Español. p. 159-164.
- CRUZ, M. 2002. Elaboración de EM BOKASHI y su Evaluación en el Cultivo de Maíz *Zea mays* L., Bajo Riego en Bramaderos. Tesis Ing.Agr. Loja, Ec., Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. 80 p.
- DICKSON, A., LEAF, A.L., HOSNER, J.F. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forestry Chronicle* 36:10-13.
- DOMÍNGUEZ, L.S., HERRERO, S.N., CARRASCO, M.I., OCAÑA B.L., PEÑUELAS, R.J.L. 1997. Ensayo de diferentes tipos de contenedores para *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster* y *Pinus pinea*: resultados de vivero. *In*: Actas del II Congreso Forestal Español. Puertas F., y Rivas M. (eds.). Pamplona. Mesa 3:189-194.
- DOMÍNGUEZ, L.S., MURRIAS, G., HERRERO, S.N., PEÑUELAS, R.J.L. 2001. Cultivo de once especies mediterráneas en vivero: implicaciones prácticas. *Ecología*. 15:213-223.
- FONDEBOSQUE. 2006. Manual para la Instalación y Manejo de un Vivero Forestal de Alta Tecnología. Pasco, Perú. Compilado por MINAG. 30 p.
- GARCÍA, M.A. 2006. Control y mejora de la calidad del proceso productivo. Jornada de Difusión y Capacitación para Viveristas Forestales del Noreste de Entre Ríos. INTA. Concordia, Entre Ríos, Argentina. p. 1-15. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/CONCORDIA/info/documentos/>

Forestacion/Jornada%20para%20viveristas%20forestales\_EEA%20Concordia%20julio%20de%202006.pdf (Revisado 15 de julio de 2014).

GARCÍA, M.A. 2007. Importancia de la calidad del plantín forestal. *In*: XXII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Área Forestal de la EEA Concordia del INTA. 10 p. *In*: <http://www.inta.gov.ar/concordia/info/Forestales/contenido/pdf/2007/312.II.GARCIA.pdf>.

GARCÍA, M.J.J. 1996. Coníferas promisorias para reforestación en la Sierra Purhépecha. Agenda Técnica No. 2. CIRPAC. INIFAP. SAGAR. Uruapan, Mich. 79 p.

GARCÍA, M.J.J. 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.

GOMES, J.M., COUTO L., LEITE H.G., XAVIER A., GARCÍA S.L.R. 2002. Parâmetros morfológicas na avaliação da qualidade de Mudas de *Eucalyptus grandis*. *Rev. Árvore* 26 (6):655-664.

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

GONZÁLEZ, M.E., DONOSO, C., ESCOBAR, B. 1996. Efecto de distintos regímenes de manejo radicular en el crecimiento de plantas de raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl) Oerst.) 1-0 a raíz desnuda. Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile. *BOSQUE* 17(1): 29-41 *In*: <http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?>

script=sci\_arttext&pid=S0717-2001996000100005&lng=es&nrm=iso

(Consultada: 26 de Septiembre de 2009).

GUENKOV, G. 1969. Fundamentos de la horticultura cubana. Ed. Instituto del libro, la Habana. 308 p.

HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.

LEYVA, R.F., ROSELL P.R., RAMÍREZ R.A., ROMERO R. I. 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.

MARCELLI, A.R., PIOTTO, B. 1993. Recientes estudios sobre la cría de eucaliptos en Italia.- Congreso Forestal Español. Tomo II. 97 p.

MARIEN, J.N., DROVIN, G. 1978. Etudes sur les conteneurs a parois rigides. Annales des recherches sylvicoles. AFOCEL. p. 137-161.

MARTÍNEZ, A. 2004. Agricultura orgánica. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/Gaceta/notas/nota58.htm>. (Consultada en noviembre de 2011).

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

MEXAL, J.G., LANDIS T.D. 1990. Target seedling concepts: height and diameter. In: Target seedlings symposium. Gen. Tech. Rep. USDA Forests. 13:105-119.

- OBANDO, L.E.A. 2011. EFECTOS DE DOS TIPOS DE BOKASHI EN TRES PORCENTAJES COMO SUSTRATO EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE JACARANDA (*Jacaranda mimosifolia*). Tesis Ing. Agropecuario. Ecuador. Universidad Técnica del Norte. 120 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. ETSIAM. España. 104 p.
- PARDOS, M., MONTERO G. 1997. Ensayo de diferentes técnicas de cultivo de plantas de Alcornoque en vivero y su seguimiento en campo. S.E.C.F. No 4. Madrid. España. p. 93-101.
- PIOTTO, B. 1988. *Quercus cerris*: prove di allevamento in 9 tipi di contenitori.- Convegno Prospettive di valorizzazione delle cerrete dell' Italia centro-merid. Potenza 1988. 70 p.
- PRIETO R.J.A., VERA C.G., MERLÍN B.E. 1999. Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación. Folleto técnico número 12. Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAP-SAGAR. Durango, Dgo. 23 p.
- PRIETO, R.J.A., GARCÍA R.J.L., MEJÍA B.J.M., HUCHÍN A.S., AGUILAR V.J.L. 2009. Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado frío. Publicación Especial Núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana INIFAP-SAGARPA. Durango, Dgo. México. 48 p.
- PRIETO, R.J.A., VERA C.G., MERLÍN B.E. 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, Dgo. México. 24 p.

- QUIROZ, M.I., FLORES, M.L., PINCHEIRA, B.M., VILLARROEL, M.A. 2001. Manual de viverización y plantación de especies nativas. Instituto Forestal. Valdivia, Chile. 160 p.
- RAMÍREZ, C.A., RODRÍGUEZ T.D. A. 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. In: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/629/62910101.pdf>.
- REYNEL, C., MARCELO, J. 2009. Árboles de los sistemas forestales andinos. Manual de identificación de especies. Serie Investigación y Sistematización N° 9. Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION. Lima. 159 p.
- RITCHIE, G.A., LANDIS, T.D., DUMROESE, R.K., HAASE, D.L. 2010. Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor. Volumen 7: Manejo de la planta, almacenamiento y plantación. Landis, T.D., Dumroese, R.K., and Haase, D.L. (Eds.). U. S. Departamento de Agricultura, Servicio Forestal. Agric. Handbook 674. Washington, DC. p. 17-81.
- RODRÍGUEZ, T.D.A. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. Universidad Autónoma Chapingo. Mundi Prensa México. 156 p.
- ROJAS, F. 2002. Metodología para la evaluación de calidad de plántulas de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.) en vivero. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 8:75-81.
- ROMÁN, J.A.R., VARGAS, H.J.J., BACA, C.G.A., TRINIDAD, S.A., ALARCÓN, B.M.P. 2001. Crecimiento de plántulas de *Pinus greggii* Engelm. en

respuesta a la fertilización. Ciencia Forestal en México. Vol. 26. Núm. 89. México, D. F. In: [http://www.inifap.gob.mx/otros\\_sitios/PORTADA\\_PAGINA\\_INIFAP\\_No\\_89.pdf](http://www.inifap.gob.mx/otros_sitios/PORTADA_PAGINA_INIFAP_No_89.pdf).

ROYO, A., FERNÁNDEZ, M., GIL, L., GONZÁLEZ, E., PUELLES, A., RUANO, R., PARDOS, J.A. 1997. Calidad de la planta de vivero de *Pinus halepensis* Mill. destinada a repoblación forestal. Tres años de resultados en la comunidad valenciana. Montes. 50:29-39.

SÁENZ, R.J.T., MUÑOZ, F.H.J., VILLASEÑOR, R.F., PRIETO, R.J.A., RUEDA, S.A. 2010. Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto Técnico Núm. 12. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Mich. México. 50 p.

SERRADA, H.R., NAVARRO, C.R.M., PEMÁN, G.J. 2005. La calidad de las repoblaciones forestales: una aproximación desde la selvicultura y la ecofisiología. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales. 14:462-481.

SHINTANI, M. 2000. Manejo de desechos de la Producción Bananera. Bokashi: Abono Orgánico fermentado. Revista El Agro. Quito, Ec. p. 20-65.

THOMPSON, B. 1985. Seedling morphological evaluation. What can you tell by looking. In: Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test. M. L. Durges. Forest Research Laboratory. Oregon State University. p. 59-65.

TORAL I., M. 1997. Concepto de calidad de plantas en viveros forestales. Documento técnico No. 1. PRODENFO-SEFUNCO. Guadalajara, Jalisco, México. 28 p.

- UREÑA, H., CURIMILMA, V. 1982. Cuatro métodos de compostaje y su Efecto en el cultivo de maíz y maní en Zapotepamba. Tesis Ing. Agr. Loja, Ec., Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. México. 80 p.
- VALAREZO, J. 2001. Comp. Manual de Fertilidad de Suelos. Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Ingeniería Agronómica. México. 84 p.
- VALENZUELA, O., GALLARDO, C., ALORDA, M., GARCÍA, M.A., GARCÍA, D. 2005. Características de los sustratos utilizados por los viveros forestales. IDIA XXI. 8:55-57.
- VILLAR, S.P., OCAÑA, B.L., PEÑUELAS, R.J.L., CARRASCO, M.I., DOMÍNGUEZ, L.S. 1997. Efecto de diferentes niveles de endurecimiento por estrés hídrico en el contenido de nutrientes y la resistencia a la desecación de plántulas de *Pinus halepensis* L. In: Actas del II Congreso Forestal Español. p. 673-678.
- VILLAR, S.P., DOMÍNGUEZ, S.L., PEÑUELAS, R.J.L., CARRASCO, M.I., HERRERO, S.N., PERAGÓN, J.L., OCAÑA, B.L. 2000. Plantas grandes y mejor nutridas de *Pinus pinea* tienen mejor desarrollo en campo. In: Actas del 1er Simposio sobre pino piñonero. Junta de Castilla y León (ed.). Valladolid, España. Tomo 1:219-227.
- VILLAR, S.P., PLANELLES, R. ENRÍQUEZ, E., PEÑUELAS, R.J.L., ZAZO, M.J. 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 III Congreso Forestal Español. Junta de Andalucía (ed.). Consejería de Medio Ambiente. Granada, España. Mesa 3:770-776.

- VIVANCO, F. 2005. Elaboración de EM bokashi y su evaluación en el cultivar maíz, bajo riego en Zapotillo. Universidad Nacional De Loja Área Agropecuaria Y De Recursos Naturales Renovables Carrera De Ingeniería Agronómica. México. 2 p.
- WARD, T.M., DONNELLY, J.R., CARL, C.H. 1981. The effects of containers and media on sugar mapple seedling growth.- Tree planters' notes - Summer 1981. 59 p.
- ZAPATA, G. 2005. Abonos orgánicos. [En línea]: Centralamericaweekly, ([centralamericaweekly.net/181/español/mun-curi.html](http://centralamericaweekly.net/181/español/mun-curi.html), documentos, 12 Ago. 2014).



**ANEXO**

Anexo 1. Datos para el cálculo de los índices de calidad de plantas.

Cuadro 18. Altura promedio (cm)/planta/tratamiento.

Evaluación	Altura promedio (cm)/planta/tratamiento									
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>
1	10.24	6.32	9.64	5.20	7.94	6.11	7.00	5.20	6.77	5.96
2	21.48	8.35	18.89	5.79	13.18	7.38	10.51	6.13	7.94	6.45
3	27.85	8.53	24.72	6.12	20.95	8.27	14.87	7.34	9.55	7.77
4	30.92	8.65	26.65	6.39	22.92	8.69	16.77	8.26	10.48	8.80
5	32.47	8.75	28.29	6.77	24.87	9.45	18.52	8.65	11.66	9.65

Cuadro 19. Diámetro promedio (mm)/planta/tratamiento.

Evaluación	Diámetro promedio (mm)/planta/tratamiento									
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>
1	1.94	1.39	1.73	1.17	1.79	1.23	1.38	1.20	1.29	1.27
2	2.80	1.79	2.53	1.37	2.55	1.46	1.97	1.37	1.52	1.37
3	4.01	2.09	3.30	1.63	3.40	1.62	2.75	1.51	1.96	1.51
4	4.57	2.24	3.77	1.84	3.82	1.75	3.09	1.65	2.20	1.63
5	5.23	2.34	4.33	2.11	4.42	1.98	3.65	1.85	2.60	1.93

Cuadro 20. Relación altura/diámetro (índice de robustez) por tratamiento.

Evaluación	Relación altura/diámetro (índice de robustez) por tratamiento									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	5.3	4.6	5.6	4.4	4.4	5.0	5.1	4.3	5.2	4.7
2	7.7	4.7	7.5	4.2	5.2	5.1	5.3	4.5	5.2	4.7
3	7.0	4.1	7.5	3.7	6.2	5.1	5.4	4.9	4.9	5.1
4	6.8	3.9	7.1	3.5	6.0	5.0	5.4	5.0	4.8	5.4
5	6.2	3.7	6.5	3.2	5.6	4.8	5.1	4.7	4.5	5.0

Cuadro 21. Relación altura/diámetro (índice de robustez) por tratamiento.

Relación altura/diámetro (índice de robustez) por tratamiento									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
6.2	3.7	6.5	3.2	5.6	4.8	5.1	4.7	4.5	5.0

Cuadro 22. Biomasa seca aérea (g) promedio/planta/tratamiento.

Biomasa seca aérea (g) promedio/planta/tratamiento									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1.23	0.06	0.96	0.10	1.04	0.09	0.64	0.08	0.37	0.11

Cuadro 23. Biomasa seca raíz (g) promedio/planta/tratamiento.

Biomasa seca raíz (g) promedio/planta/tratamiento									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
0.34	0.03	0.22	0.03	0.28	0.03	0.16	0.03	0.08	0.04

Cuadro 24. Relación tallo/raíz por tratamiento.

Relación tallo/raíz por tratamiento									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
3.6	1.9	4.4	2.8	3.7	3.3	4.2	2.4	4.7	2.7

Cuadro 25. Biomasa seca total (g) promedio/planta/tratamiento.

Biomasa seca total (g) promedio/planta/tratamiento									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1.57	0.10	1.18	0.13	1.32	0.11	0.80	0.12	0.45	0.16

Cuadro 26. Relación altura/diámetro (índice de robustez) por tratamiento.

Relación altura/diámetro (índice de robustez) por tratamiento									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
6.2	3.7	6.5	3.2	5.6	4.8	5.1	4.7	4.5	5.0

Cuadro 27. Relación tallo/raíz por tratamiento.

Relación tallo/raíz por tratamiento									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
3.6	1.9	4.4	2.8	3.7	3.3	4.2	2.4	4.7	2.7

Cuadro 28. Índice de Calidad de Dickson (ICD) por tratamiento.

Índice de Calidad de Dickson (ICD) por tratamiento									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
0.16	0.02	0.11	0.02	0.14	0.01	0.09	0.02	0.05	0.02

## Anexo 2. Composición del bocashi utilizado en el experimento.

Cuadro 29. Composición del bocashi utilizado en el experimento.

Nitrógeno (N)	2.50%	Manganeso (Mn)	1,162 ppm
Fósforo (P)	7.00%	Zinc (Zn)	1,005 ppm
Potasio (K)	2.50%	Boro (B)	2,123 ppm
Magnesio (Mg)	4.00%	Materia orgánica	40.00%
Sodio (Na)	0.80%	Huminas	8.00%
Calcio (Ca)	15.00%	Ácidos húmicos	5.00%
Azufre (S)	2.00%	Ácidos fúlvicos	2.00%
Fierro (Fe)	6,430 ppm	Humedad	18%

Anexo 3. Mapa de ubicación.

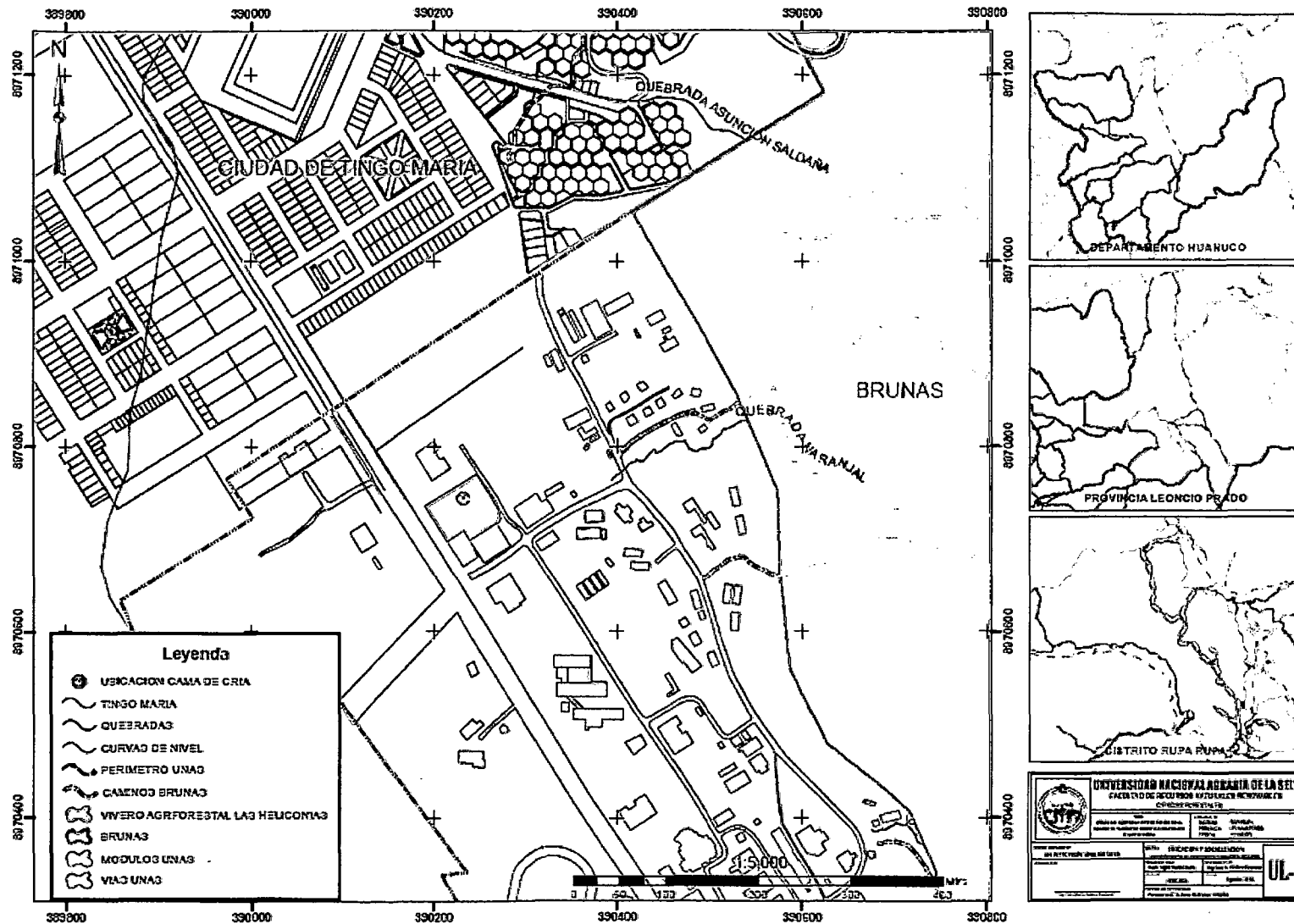


Figura 10. Mapa de ubicación del experimento.

Anexo 4. Panel de fotos.



Figura 11. Cálculos para preparar sustratos de acuerdo a los tratamientos.



Figura 12. Cálculo de la cantidad de bocashi para preparar los sustratos.



Figura 13. Preparación del sustrato según tratamientos.

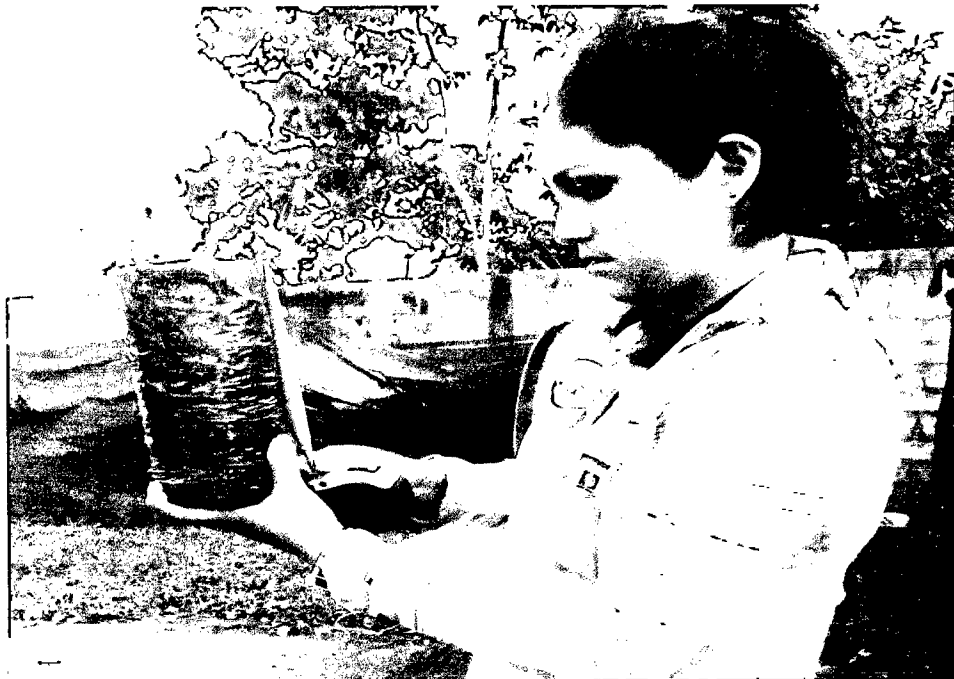


Figura 14. Cálculo del volumen de la bolsa con sustrato.



Figura 15. Llenado de la bolsa con sustrato.



Figura 16. Cálculo del volumen del tubete.





Figura 17. Cálculo de volumen de sustrato para tubetes.



Figura 18. Cono (fruto) de la especie *Cedrela lilloi* C. DC.

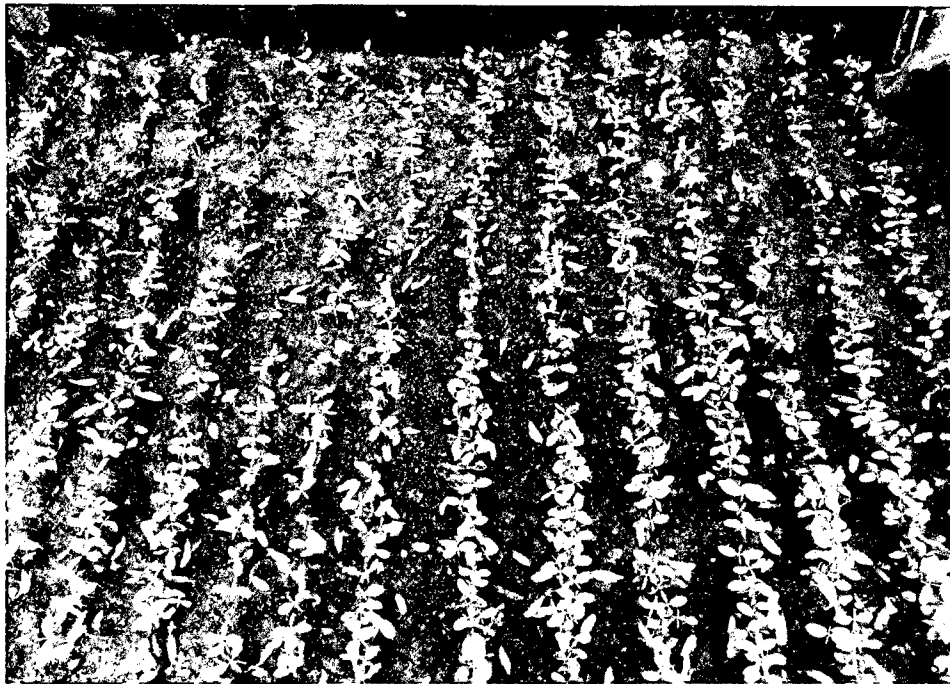


Figura 19. Semillas almacigadas en la caja de germinación.



Figura 20. Repique de plántulas en bolsas.



Figura 21. Repique de plántulas en tubetes.



Figura 22. Limpieza de los tubetes con las plántulas.

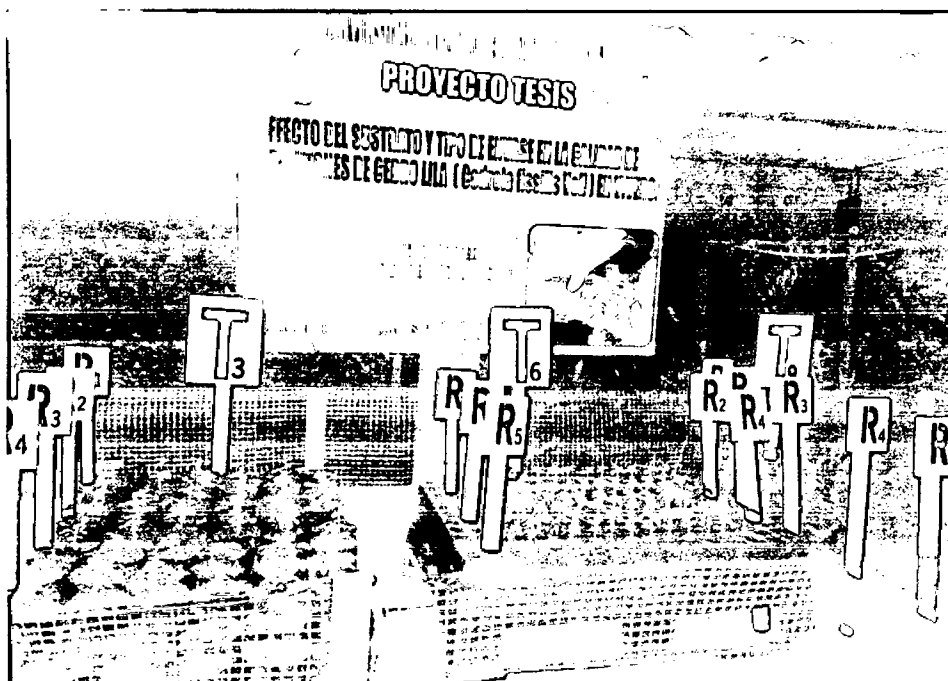


Figura 23. Tesis instalada en el Vivero Forestal y Ornamental FRNR – UNAS.

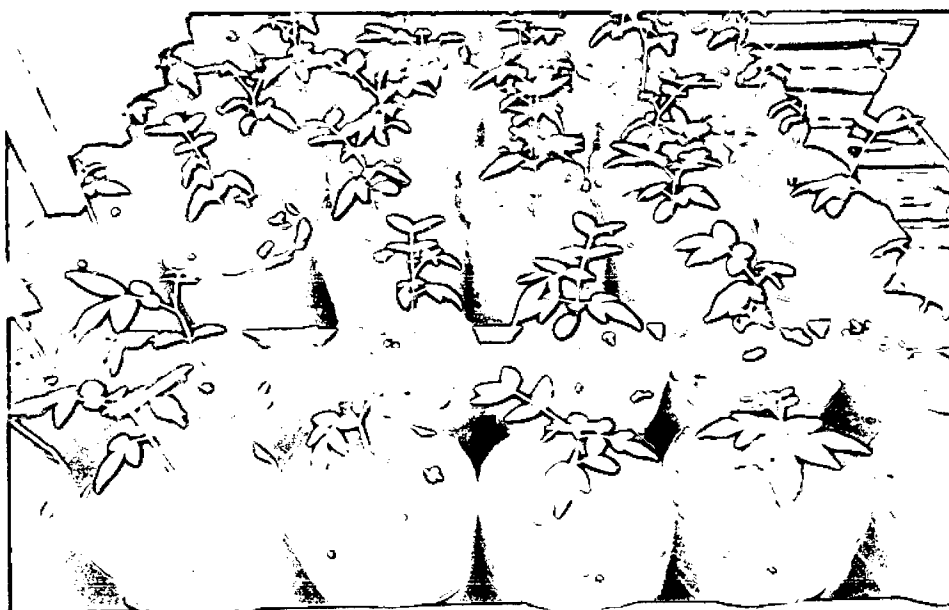


Figura 24. Plántulas repicadas en bolsas.



Figura 25. Plántulas repicadas en tubetes.



Figura 26. Visita de los miembros del jurado al área experimental 1.



Figura 27. Visita de los miembros del jurado al área experimental 2.



Figura 28. Medición de plantones en bolsas.

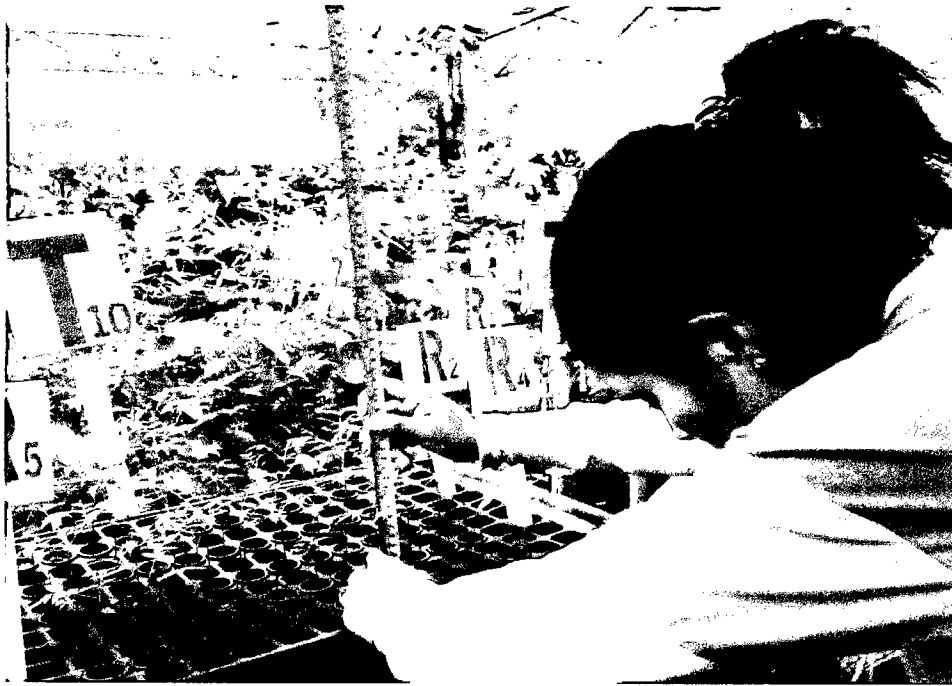


Figura 29. Medición de plantones en tubetes.



Figura 30. Plantones del tratamiento T<sub>1</sub>, en la última evaluación.



Figura 31. Plantones del tratamiento  $T_{10}$ , en la última evaluación.



Figura 32. Retirando el sustrato de los plantones, para evaluación de biomasa.





Figura 33. Lavado de los plantones para evaluación de biomasa.



Figura 34. Forma en que fueron transportados los plantones al laboratorio.



Figura 35. Seccionamiento de la parte aérea y radical de los plantones.



Figura 36. Peso fresco de la parte aérea de los plantones.



Figura 37. Acondicionamiento de la muestra de la parte aérea de la planta, para secado en estufa.

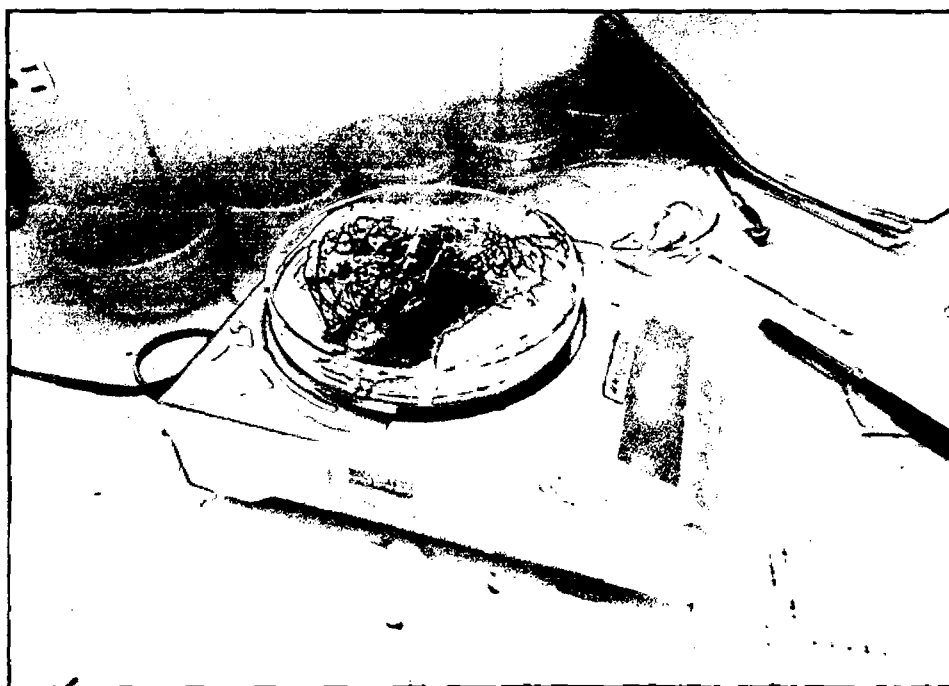


Figura 38. Peso fresco de la parte radical de los plantones.



Figura 39. Acondicionamiento de la muestra de la parte radical de la planta, para secado en estufa.

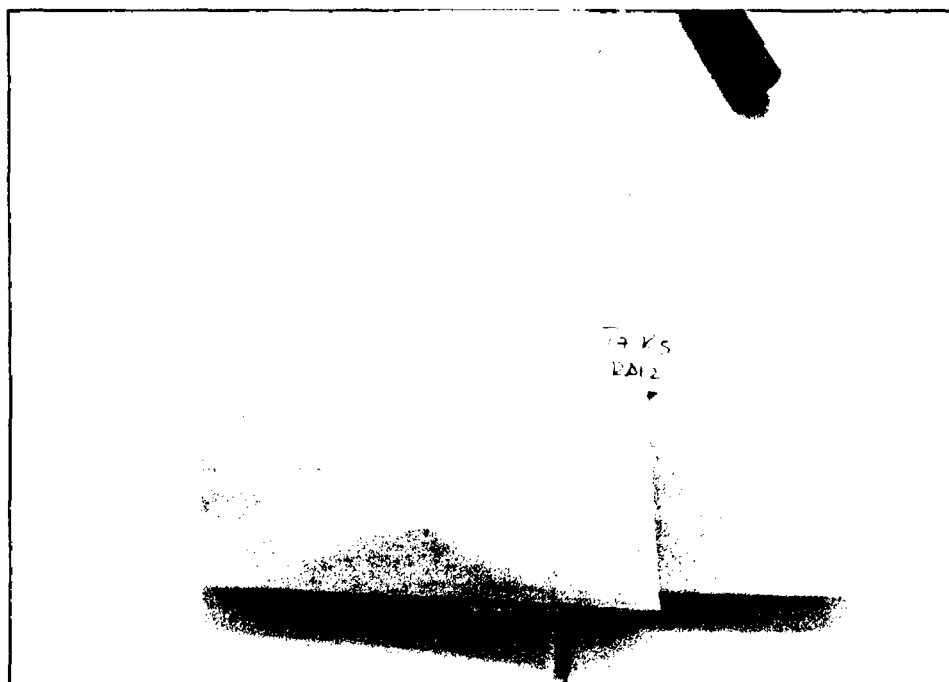


Figura 40. Sobre de papel manteca con la muestra, para secado en estufa.



Figura 41. Colocando las muestras para secado en estufa.