

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**Influencia de contenedores y sustratos en la propagación de  
cedro (*Cedrela lilloi*) y fresno (*Fraxinus americana*), en  
Ayacucho a 2792 msnm.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**PRESENTADO POR:  
Yesenia Canchari Huaytalla**

**Ayacucho - Perú**

**2017**

Con eterno amor a Dios, por ser mí guía en  
el camino de la felicidad.

Con mucho cariño y eterna gratitud a mis  
queridos padres Angélica y Víctor, por su  
cariño y comprensión, por brindarme la  
educación necesaria, el apoyo incondicional y  
su paciencia.

A mis hermanos Ruth, Víctor y Melany, por  
brindarme su apoyo, alegría y buenos  
consejos.

A mi Froilán, por su compañía y constante  
motivación.

A mis amigos entrañables Leidy, Nelson y  
Susan, por su compañía y constante apoyo  
en la realización de cada meta.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma mater de mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y con especial gratitud a todos los docentes que integran la gloriosa Escuela Profesional de Agronomía, por el aporte fundamental en la formación de mis conocimientos.

Al M.Sc. Yuri Gálvez Gastelú, docente de la Facultad de Ciencias Agrarias, gestor y asesor del presente trabajo de investigación, que con sus ideas ha contribuido con el éxito del trabajo.

Al Dr. Rómulo Agustín Solano Ramos, por sus sugerencias, enseñanzas y su gran paciencia; expreso mi gratitud a los miembros del jurado del presente trabajo de investigación, por sus consejos y colaboración brindada.

Al M.Sc. José Antonio Quispe Tenorio y al Ing. Fernando Barrantes del Águila, por sus acertados consejos.

A todas las personas que me brindaron su apoyo y colaboración en las diferentes etapas de desarrollo del trabajo de investigación.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	ii
RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	3
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	5
1.1. Antecedentes.....	5
1.2. Aspecto temático .....	9
1.2.1. Importancia de la reforestación.....	9
1.2.2. Producción de plántones forestales en vivero .....	13
1.2.3. Especies Forestales .....	28
1.2.4. Cuidado y protección de especies forestales.....	35
1.3. Aspectos conceptuales .....	37
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....	39
2.1. Ubicación del ensayo .....	39
2.2. Características del lugar del vivero forestal.....	39
2.3. Características climáticas.....	43
2.4. Análisis del sustrato .....	43
2.5. Materiales, equipos y otros .....	44
2.6. Factores en estudio .....	45
2.7. Diseño Experimental .....	45
2.8. Distribución del campo experimental.....	47
2.9. Parámetros de evaluación .....	49
2.10. Trabajos preliminares .....	50
2.11. Conducción del experimento .....	51
2.12. Análisis estadístico y otros cálculos .....	57
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	58
3.1. Altura de plánton .....	60
3.2. Diámetro de tallo .....	62
3.3. Longitud de raíz del plánton .....	66
3.4. Peso seco total del plánton.....	70
3.5. Peso seco de la parte aérea del plánton.....	75
3.6. Peso seco de raíz del plánton .....	78

3.7. Relación parte aérea/ raíz en peso seco .....	83
3.8. Regresión y correlación .....	85
3.8.1. Regresión y Tendencia.....	85
3.8.2. Correlaciones .....	92
3.9. Costos de producción de plantones.....	93
CONCLUSIONES .....	95
RECOMENDACIONES.....	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	97
ANEXO .....	101
Anexo 01.....	102
Anexo 02.....	118
Anexo 03.....	124

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pag.</b>
2.1. Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a los años 2009 al 2016, de la Estación Meteorológica Pampa del Arco (UNSCH) – Ayacucho.....	41
2.2. Análisis de caracterización de los sustratos.....	43
2.3. Descripción de los tratamientos en estudio.....	47
2.4. Croquis de la distribución de los tratamientos en estudio.....	48
2.5. Número de semillas germinadas.....	51
2.6. Número de semillas instalas en la cama de almácigo.....	52
2.7. Cantidad de sustrato requerido en volumen (dm <sup>3</sup> ).....	54
2.8. Cantidad de sustrato requerido en unidad de balde (4 dm <sup>3</sup> ).....	54
3.1. Cuadrados medios del ANVA para los parámetros de evaluación en el crecimiento y desarrollo de plantones.....	59
3.2. Análisis de Variancia para las interacciones entre especies y contenedores en la altura del plantón (cm).....	60
3.3. Prueba de Tukey (P= 0.05) para los efectos simples de especies por contenedores en altura de plantón (cm).....	61
3.4. Análisis de Variancia para las interacciones entre contenedores y sustratos en el diámetro de tallo del plantón (mm).....	63
3.5. Prueba de Tukey (P= 0.05) para los efectos simples de contenedores por sustratos en el diámetro de tallo del plantón (mm).....	65
3.6. Análisis de Variancia para las interacciones entre especies y contenedores en la longitud de raíz del plantón (cm).....	66
3.7. Prueba de Tukey (P= 0.05) para los efectos simples de especies por contenedores en la longitud de raíz del plantón (cm).....	68
3.8. Análisis de Variancia para las interacciones especies por contenedores y contenedores por sustratos en el peso seco total del plantón (g).....	70
3.9. Prueba de Tukey (P= 0.05) para los efectos simples de especies por contenedores y contenedores por sustratos en el peso seco total del plantón (g).....	73

3.10. Análisis de Variancia para las interacciones especies por contenedores y contenedores por sustratos en el peso seco de la parte aérea del plantón (g).....	75
3.11. Prueba de Tukey (P= 0.05) para los efectos simples de especies por contenedores y contenedores por sustratos en el peso seco de la parte aérea del plantón (g).....	77
3.12. Análisis de Variancia para las interacciones especies por contenedores y contenedores por sustratos en el peso seco de raíz del plantón (g).....	79
3.13. Prueba de Tukey (P= 0.05) para los efectos simples de especies por contenedores y contenedores por sustratos en el peso seco de la raíz del plantón (g).....	82
3.14. Análisis de variancia de regresión lineal en la evaluación de la altura del plantón, para cada tratamiento.....	85
3.15. Ecuación de crecimiento y coeficiente de determinación de la regresión lineal en altura de plantón para cada tratamiento.....	88
3.16. Análisis de variancia de regresión lineal en la evaluación de la altura del plantón, para cada tratamiento.....	89
3.17. Ecuación de crecimiento y coeficiente de determinación de la regresión lineal en diámetro de tallo del plantón para cada tratamiento.....	91
3.18. Matriz de correlación entre los parámetros de evaluación con los promedios en cada tratamiento.....	92
3.19. Resumen de costos unitarios por especie, contenedor y sustrato.....	93
A.1. Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T1 (cedro en bandeja con S1).....	102
A.2. Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T2 (cedro en bandeja con S2).....	103
A.3. Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T3 (cedro en bandeja con S3).....	104
A.4. Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T4 (cedro en bandeja con S4).....	105
A.5. Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T5 (cedro en bolsa con S1).....	106

A.6. Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T6 (cedro en bolsa con S2).....	107
A.7. Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T7 (cedro en bolsa con S3).....	108
A.8. Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T8 (cedro en bolsa con S4).....	109
A.9. Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T9 (fresno en bandeja con S1).....	110
A.10. Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T10 (fresno en bandeja con S2).....	111
A.11. Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T11 (fresno en bandeja con S3).....	112
A.12. Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T12 (fresno en bandeja con S4).....	113
A.13. Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T13 (fresno en bolsa con S1).....	114
A.14. Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T14 (fresno en bolsa con S2).....	115
A.15. Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T15 (fresno en bolsa con S3).....	116
A.16. Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T16 (fresno en bolsa con S4).....	117
A.17. Longitud de tallo y de raíz, peso seco de la parte aérea, de la raíz y total, y la relación parte aérea – raíz del plantón al final de la evaluación.....	118
A.18. Depreciaciones del material duradero bandejas con celdas fijas.....	124
A.19. Costo de producción y unitario de plantones de cedro en bolsas de polietileno con sustrato S1.....	125
A.20. Costo de producción y unitario de plantones de cedro en bolsas de polietileno con sustrato S2.....	126
A.21. Costo de producción y unitario de plantones de cedro en bolsas de polietileno con sustrato S3.....	127



A.22. Costo de producción y unitario de plantones de cedro en bolsas de polietileno con sustrato S4.....	128
A.23. Costo de producción y unitario de plantones de cedro bandejas con celdas fijas con sustrato S1.....	129
A.24. Costo de producción y unitario de plantones de cedro en bandejas con celdas fijas con sustrato S2.....	130
A.25. Costo de producción y unitario de plantones de cedro en bandejas con celdas fijas con sustrato S3.....	131
A.26. Costo de producción y unitario de plantones de cedro en bandejas con celdas fijas con sustrato S4.....	132
A.27. Costo de producción y unitario de plantones de fresno en bolsas de polietileno con sustrato S1.....	133
A.28. Costo de producción y unitario de plantones de fresno en bolsas de polietileno con sustrato S2.....	134
A.29. Costo de producción y unitario de plantones de fresno en bolsas de polietileno con sustrato S3.....	135
A.30. Costo de producción y unitario de plantones de fresno en bolsas de polietileno con sustrato S4.....	136
A.31. Costo de producción y unitario de plantones de fresno en bandejas con celdas fijas con sustrato S1.....	137
A.32. Costo de producción y unitario de plantones de fresno en bandejas con celdas fijas con sustrato S2.....	138
A.33. Costo de producción y unitario de plantones de fresno en bandejas con celdas fijas con sustrato S3.....	139
A.34. Costo de producción y unitario de plantones de fresno en bandejas con celdas fijas con sustrato S4.....	140

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
2.1. Ubicación del distrito de Ayacucho provincia de Huamanga.....	40
2.2. Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a los años 2009 al 2016, de la Estación Meteorológica Pampa del Arco (UNSCH) – Ayacucho.....	42
2.3. Recolección de semillas de cedro ( <i>Cedrela lilloi</i> ) en la distrito de Acosvinchos.....	50
2.4. Prueba de germinación de semillas de cedro ( <i>Cedrela lilloi</i> ).....	51
2.5. Preparación de la cama de almacigo con arena fina.....	52
2.6. Remojo de semilla de fresno ( <i>Fraxinus americana</i> ) con agua destilada.....	52
2.7. Siembra de las semillas de cedro ( <i>Cedrela lilloi</i> ) y fresno ( <i>Fraxinus americana</i> ) .....	53
2.8. Mezcla de los componentes para preparar los sustratos.....	54
2.9. Incorporación de sustratos en las bolsas de polietileno y bandejas.....	55
2.10. Apertura de hoyos en las bolsas y bandejas con un repicador.....	55
2.11. Riego después del repicado; y antes de hacer la evaluación de los parámetros.....	56
2.12. Control fitosanitario con Superaz 54 EC (Fungicida agrícola).....	56
3.1. Prueba de Tukey (P = 0.05) de la interacción especies por contenedores en la altura de plantón (cm).....	61
3.2. Prueba de Tukey (P = 0.05) de la interacción contenedores por sustratos en el diámetro de tallo del plantón (mm).....	63
3.3. Prueba de Tukey (P = 0.05) de la interacción especies por contenedores en la longitud de raíz del plantón (cm).....	67
3.4. Daño por arañita roja ( <i>Tetranychus urticae</i> ) .....	69
3.5. Daño por hongo ( <i>Plagiostroma fraxini</i> ).....	69
3.6. Prueba de Tukey (P = 0.05) de la interacción especies por contenedores en el peso seco total del plantón (g).....	71
3.7. Prueba de Tukey (P = 0.05) de la interacción contenedores por sustratos en el peso seco total del plantón (g).....	72

3.8. Prueba de Tukey (P = 0.05) de la interacción especies por contenedores en el peso seco de la parte aérea del plantón (g).....	76
3.9. Prueba de Tukey (P = 0.05) de la interacción contenedores por sustratos en el peso seco de la parte aérea del plantón (g).....	76
3.10. Prueba de Tukey (P = 0.05) de la interacción especies por contenedores en el peso seco de raíz del plantón (g).....	80
3.11. Prueba de Tukey (P = 0.05) de la interacción contenedores por sustratos en el peso seco de raíz del plantón (g).....	81
3.12. Prueba de Tukey (P = 0.05) del efecto principal especies en la relación parte aérea entre raíz del plantón. (g).....	83
3.13. Prueba de Tukey (P = 0.05) del efecto principal contenedores en la relación parte aérea entre raíz del plantón (g).....	84
3.14. Tendencia de crecimiento de plántones de cedro, en altura de plantón, para contenedores y sustratos en estudio .....	86
3.15. Tendencia de crecimiento de plántones de fresno, en altura de plantón, para contenedores y sustratos en estudio .....	87
3.16. Tendencia de crecimiento de plántones de cedro, en diámetro de tallo, para contenedores y sustratos en estudio.....	90
3.17. Tendencia de crecimiento de plántones de fresno, en diámetro de tallo, para contenedores y sustratos en estudio.....	90

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 01: Evaluación de altura y diámetro de plantón .....	102
Anexo 02: Datos de los parámetros de evaluación.....	118
Anexo 03: Análisis de costos unitarios .....	124

## RESUMEN

El trabajo se realizó, con el objetivo de determinar la influencia de tipos de contenedores y sustratos en la propagación de cedro (*Cedrela lilloi*) y fresno (*Fraxinus americana*) en condiciones de Vivero Forestal de Pampa del Arco, en Ayacucho a 2792 msnm; se utilizó el diseño experimental de Parcelas Divididas en el Diseño Completo Randomizado (DCR), con 16 tratamientos factorial (2 especies x 2 contenedores x 4 sustratos) con 3 repeticiones. Se emplearon bolsas de polietileno de 4" x 7" x 2 mm y bandejas de celdas fijas, con dimensiones de 5.5 cm x 6 cm x 10 cm de altura. Los sustratos en estudio fueron: **S<sub>1</sub>** (Tierra negra 50% + arena 33.3% + humus de lombriz 16.7%); **S<sub>2</sub>** (Tierra negra 50% + arena 33.3% + compost 16.7 %); **S<sub>3</sub>** (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + humus de lombriz 16.7%) y **S<sub>4</sub>** (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + compost 16.7%) en proporciones de 3:2:1. La bolsa de polietileno (4" x 7"x 2 mm) y el sustrato S4 compuesto en proporción 3:2:1 de (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + compost 16.7%), respectivamente; proveen las mejores condiciones en la propagación de cedro (*Cedrela lilloi*) y fresno (*Fraxinus americana*). La evaluación de los parámetros de altura de plantón, diámetro de tallo, longitud de raíz, peso seco total, peso seco de la parte aérea, peso seco de raíz y relación parte aérea – raíz en peso seco; permiten la observación de los efectos del sustrato, contenedor y especie; porque presenta correlación estadísticamente significativa entre sí. Y el costo unitario de plantones de cedro y fresno en bolsas de polietileno fue de: S/. 0.45, S/. 0.44, S/. 0.81 y S/. 0.80; y en bandejas con celdas fijas S/. 0.46, S/. 0.46, S/. 0.72 y S/. 0.71 para los sustratos S1, S2, S3 y S4 respectivamente.

## INTRODUCCIÓN

La forestación con especies nativas y exóticas en la Región Ayacucho, es limitada por falta de viveros que desarrollen el conocimiento y disponibilidad de tecnologías que produzcan semillas y plántones con mejores características morfológicas y fisiológicas. El tipo de sustrato, el contenedor a utilizar, la calidad de la semilla, el régimen de nutrición y el manejo adecuado del riego, son los elementos principales a considerar para obtener plántones de calidad a un precio razonable (Leyva Rodríguez *et al.*, 2008) citado por Salto *et al.* (2013).

El cedro (*Cedrela lilloi*), es altamente cotizado en el mercado mundial de productos forestales, ya que su madera es muy apreciada por sus excelentes propiedades, físicas y mecánicas, Grau (2000) citado por Meloni *et al.* (2010), Rivera (2006) y Minetti (2006) apta para carpintería, construcciones y otros usos. En tal sentido Gasparri y Goya (2006) señalan que la degradación de los bosques con presencia de cedros, es un problema ambiental y económico causado principalmente por la tala selectiva sin planificación ya que se extraen volúmenes que exceden la capacidad productiva del bosque. Por lo que es necesario realizar planes de manejo forestal que permitan la sustentabilidad del recurso y de la actividad. En la región Ayacucho, debido al desconocimiento de tecnologías adecuadas de propagación, esta se hace solo por regeneración natural y no en forma artificial; hecho que no permite el repoblamiento de esta especie, con el consecuente riesgo que esto produce ante la disminución de la población por la tala indiscriminada.

Por otro lado, el fresno (*Fraxinus americana*) según Reynel y León (1990) es una especie que alcanza buenos portes y es óptima para la conformación de cortinas rompevientos y cercos vivos en general, por lo cual se sugiere para cultivo mixto con agricultura. La madera es de alta calidad.

En la región Ayacucho, el fresno es utilizado principalmente en las áreas verdes, mostrando buena adaptación al medio; sin embargo, como sucede con el cedro, se conoce poco sobre las técnicas de propagación.

Por las consideraciones antes mencionadas, se propone el desarrollo de técnicas de propagación para ambas especies a través del uso de diferentes tipos de contenedores y sustratos; de tal forma que las actividades de forestación y reforestación se pueden realizar estableciendo plantaciones con plántones de buena calidad a bajo costo y en armonía con la naturaleza, tal como son los preceptos del desarrollo sostenible.

Por las razones expuestas el estudio plantea los siguientes objetivos:

1. Evaluar la influencia de dos tipos de contenedores en la propagación de las especies forestales de cedro (*Cedrela lilloi*) y fresno (*Fraxinus americana*).
2. Evaluar la influencia de cuatro tipos de sustratos en la propagación de las especies forestales de cedro (*Cedrela lilloi*) y fresno (*Fraxinus americana*).
3. Evaluar las características morfológicas del plantón de las especies forestales de cedro (*Cedrela lilloi*) y fresno (*Fraxinus americana*).
4. Evaluar el costo unitario de producción de plántones de las especies forestales de cedro (*Cedrela lilloi*) y fresno (*Fraxinus americana*).

## **CAPÍTULO I**

### **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **1.1. ANTECEDENTES**

Salto *et al.* (2013) estudiaron la influencia de diferentes sustratos y contenedores sobre variables morfológicas de plantines de dos especies de *Prosopis*, en la Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina. El ensayo se realizó con el objetivo de evaluar el desarrollo y calidad morfológica de plantines de *Prosopis alba* y *Prosopis nigra* en vivero producidos en cinco sustratos comúnmente utilizados para plantines de especies forestales de rápido crecimiento, de acuerdo a sus propiedades físicas en condiciones de uso y tipos de envase. Se probaron cinco tipos de sustratos: tierra (T), corteza de pino compostada (CP), corteza de pino compostada y tierra (TCP); corteza de pino compostada con perlita y vermiculita (CPPV), perlita y vermiculita (PV). Las variables de análisis fueron diámetro al cuello y altura total de la planta medidos a los tres meses de efectuada la siembra. Los mejores crecimientos en diámetro y altura total de los plantines de algarrobo blanco y negro se encontraron en los sustratos T, CPPV y CP.

Rivera (2005) realizó el estudio de sustratos y biotipos de tara (*Caesalpinia spinosa*) en la producción de plantones a 2310 msnm, Huanta-Ayacucho. Con el objetivo de determinar el mejor sustrato en la producción de plantones de tara; los sustratos utilizados fueron S1 (tierra negra 25%, tierra agrícola 25%, arena semi-gruesa 25% y compost 25%), S2 (tierra negra 42.8%, tierra agrícola 28.6%, arena semi-gruesa 14.3% y compost 14.3%), S3 (tierra negra 37.5%, tierra agrícola 37.5%, arena semi-gruesa 12.5% y compost 12.5%) y S4 (tierra negra 50%, tierra agrícola 33.3%, arena semi-gruesa 16.7%). En lo cual se obtuvo que el mejor sustrato para la producción de plantones de tara es el S3 (tierra negra 37.5%, tierra agrícola 37.5%, arena semi-gruesa 12.5% y compost 12.5%) seguido el S2 (tierra negra 42.8%, tierra agrícola 28.6%,

arena semi-gruesa 14.3% y compost 14.3%). Asimismo el abono orgánico compost influyo significativamente en el crecimiento de los plantones de tara, en comparación del S4.

Quiquin (2008) estudio la influencia del tamaño de bolsas en la calidad del plantón de cinco ecotipos de tara (*Caesalpinia spinosa*) en vivero, Ayacucho. Con el objetivo de determinar el tamaño adecuado de bolsas para el crecimiento de plantones de cinco ecotipos de tara en condiciones de vivero. Se probaron 3 tipos de bolsas (12 x 18 cm; 15 x 23 cm y 15 x 28 cm); y alcanzó mayor altura de plantones la bolsa de 15 x 28 cm, cuyo valor fue de 27.42 cm a los 222 días después del repicado, lo cual se traduce en un mayor volumen de sustrato, nutrientes y mayor cantidad de agua.

Díaz *et al.* (2013) estudiaron el comportamiento morfológico de cedro (*Cedrela odorata*) y Caoba (*Swietenia macrophylla*) en respuesta al tipo de sustrato en vivero, en la universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. El ensayo tuvo como objetivo evaluar, en el vivero, el efecto de tres sustratos orgánicos, comparados con el sustrato tradicional, sobre el comportamiento morfológico de plántulas de cedro y caoba. El sustrato tradicional (ST) fue suelo agrícola obtenido de los 10 cm. superficiales; los sustratos orgánicos fueron una mezcla de 80% de ST con 20% de cascarilla de arroz (CA), bagazo de caña de azúcar (BCA) o compost de cáscara de cacao (C).

El uso de compost de cacao resultó con un mejor comportamiento morfológico en plantas de cedro y caoba, lo que contribuye a elevar la probabilidad de éxito en la plantación y disminuye el periodo de permanencia en vivero de las plántulas.

Pahuara (2009) estudio la influencia de sustratos en la propagación sexual de cedro, eucalipto rosado, bolaina, pino rojo y evaluación del crecimiento en campo definitivo de caoba, bolaina y eucalipto rosado en Anco. La Mar. Ayacucho. Con el objetivo de evaluar la influencia de diferentes sustratos durante la producción de plantones forestales en vivero de cuatro especies forestales tropicales. Se probaron 7 tipos de sustratos, los componentes de los sustratos fueron: tierra negra, arena fina y turba. Al sustrato S<sub>2</sub> se adicionó guano de coqui y al sustrato de S<sub>3</sub> se adicionó guano de isla. El mejor sustrato para la producción de Bolaina (*Guazuma crinita*) es S<sub>6</sub> (1.0 de tierra



agrícola, 1.0 de arena, 1.5 de turba), para el Pino rojo es S<sub>2</sub> (2.5 de tierra agrícola, 1.0 de arena y 1.0 de estiércol de Coqui), para el Cedro (*Cedrela odorata*) y Eucalipto rosado es S<sub>5</sub> (1.5 de tierra agrícola, 1.0 de arena y 1.0 de turba).

Mitma (2004) realizó el estudio sobre el efecto de niveles de humus de lombriz en la producción de plántulas de algarrobo (*Prosopis sp.*) en Ayacucho a 2750 m.s.n.m. El ensayo se realizó con el objetivo de determinar el efecto de humus de lombriz en la producción de plántulas de algarrobo. Se probaron 7 tipos de tratamientos incluyendo el testigo, en composición proporcional de 2:1:3 de tierra agrícola, arena y materia orgánica (tierra negra y humus de lombriz); variándose solo la proporción de tierra negra y humus de lombriz en forma complementaria de modo que alcancen la proporción 3. Se logró alcanzar 36.7 cm de altura y 1.05 cm de diámetro del plántula de algarrobo con el tratamiento 2:1:0:3 (de tierra agrícola, de arena, de tierra negra y de humus de lombriz); mientras que el testigo alcanzó 18.8 cm de promedio en altura y 0.58 cm en diámetro; el efecto del humus de lombriz se traduce en la obtención del plántula de algarrobo aproximadamente en 150 días.

Muñoz (2007) estudió la comparación del sustrato de fibra de coco con los sustratos de corteza de pino compostada, perlita y vermiculita en la producción de plantas de *Eucalyptus globulus* (Labill). Con el objetivo de evaluar los sustratos de fibra de coco, vermiculita/corteza de pino compostada y perlita/corteza de pino compostada en relación al sustrato tradicional de corteza de pino compostada en forma pura. Los sustratos empleados en este trabajo corresponden a corteza de pino compostada y fibra de coco, ambas usadas en forma pura, además de perlita y vermiculita, cada uno mezclado con corteza de pino en proporción de 1:1. Los tratamientos Tver y Tper cumplen con los requerimientos básicos de las plantas, siendo similares al sustrato tradicional de corteza de pino compostada, en tanto el Tcoco, desarrolla plantas con características morfológicas bastante inferiores, no siendo este adecuado para la producción de plantas de *E. globulus*.

Negreros *et al.* (2010) evaluaron el efecto de sustratos y densidad en la calidad de plántulas de cedro, caoba y roble. Con el objetivo de evaluar la respuesta de tres especies forestales tropicales al uso de dos tipos de sustratos en vivero. Se utilizaron

dos tipos de sustratos; el primer tipo de sustrato se denominó suelo, de tipo arenoso en un casi 100 % y el segundo se denominó “suelo + composta” (S+C), en una relación de 1:1. El efecto del sustrato se manifestó en el crecimiento en altura y el área de la base de la planta, que fueron claramente superiores en el sustrato (S+C); el crecimiento de ambas características fueron afectadas por la especie, lo cual pone de manifiesto el acervo genético de cada especie y el cedro resultó ser la especie de más rápido crecimiento que el de las otras especies.

Sáenz (2015) estudió la influencia de cuatro tipos de sustratos en el crecimiento y calidad de plántones *Schizolobium amazonicum* (Pashaco) en tubetes, Pucallpa – Ucayali. El objetivo de este trabajo fue conocer la influencia de cuatro tipos de sustratos en el crecimiento y calidad de plántones de “Pashaco” (*Schizolobium amazonicum*) producidos en tubetes. Los tratamientos fueron: S1 testigo (2 Tierra aluvial + 1 arena + 0.5 gallinaza); S2 (1 Tierra aluvial + arena + 2 gallinaza + 3 cascarilla de arroz semi carbonizada); S3 (3 Materia orgánica + 1 arena de río + 2 compost cervecero + 1 cascarilla de arroz semilla carbonizada) y S4 (1 Compost cervecero + 2 cascarilla de arroz semi carbonizada + 3 fibra de coco). Se obtuvo el mejor resultado con los tratamientos S2, S3 Y S4 con crecimiento de 23.48, 24.86 y 23.66 cm de altura y diámetro de 5.29, 5.92 y 5.41 mm en comparación al testigo.

Sánchez *et al.* (2011) estudiaron la producción de (*Cedrela odorata* L.), en sustrato a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en Tecpan de Galeana, Guerrero y México. En el presente trabajo se evaluó el efecto de diferentes mezclas de aserrín de *Pinus sp* sobre el crecimiento de plantas de *Cedrela odorata* L. (cedro rojo), producidas en el sistema tecnificado en vivero forestal cubiertas con malla sombra. Se hizo una mezcla de sustratos ocupando Peat moss, agrolita y vermiculita en proporciones de 60:20:20. Las mezclas que se prepararon consistieron de aserrín y la mezcla mencionada anteriormente en proporciones de cero% a 100% con rangos de 10%, resultando 11 tratamientos; el mayor diámetro se consiguió con la mezcla de 70% de aserrín + 30% de la mezcla peat moss-agrolita-vermiculita. El mayor valor de altura se produjo con la mezcla que contenía 80% de aserrín + 20% de la mezcla peat moss, agrolita y vermiculita.

Sánchez (2013) evaluó la "influencia de sustratos activos para el crecimiento de pino (*Pinus radiata don.*). Producidos bajo condiciones del vivero forestal en la comunidad de Cuticsa - Santo tomas de pata - Angaraes - Huancavelica". Con el objetivo de evaluar la influencia de los sustratos activos para el crecimiento de (*Pinus radiata don.*). Los sustratos empleados en este trabajo corresponden: T1 (humus de lombriz + 400 gr micorriza + tierra agrícola, arena), T2 (humus de lombriz + 800 gr micorriza + tierra agrícola, arena), T3 (humus de lombriz + 1200 gr micorriza + tierra agrícola, arena), T4 (compost + 400 gr micorriza + tierra agrícola, arena), T5 (compost + 800 gr micorriza + tierra agrícola, arena), T6 (compost + 1200 gr micorriza + tierra agrícola, arena), T7 (cascarilla de arroz + 400 gr micorriza + tierra agrícola, arena), T8 (cascarilla de arroz + 800 gr micorriza + tierra agrícola, arena), T9 (cascarilla de arroz + 1200 gr micorriza + tierra agrícola, arena). Los tratamientos T4, T5, T7, T8, T9, T1, T2, T6; tuvieron mejores respuestas en la altura de plantas y los tratamiento T2, T7, T1, T6, T5, T8, T3, T4; tuvieron mejores respuestas en tamaño de raíz.

## **1.2. ASPECTO TEMÁTICO**

### **1.2.1. Importancia de la reforestación**

EL IICA (1981) citado por Pahuara (2009) señala que la reforestación es una actividad relativamente nueva en el país, sin embargo, en los últimos años se está dando un impulso considerable, incrementando las áreas de bosques. Menciona que es muy importante ejecutar proyectos que permitan plantear políticas que conjuguen aspectos ecológicos, edáficos y geopolíticos en relación con las especies técnicamente más recomendables para la optimización del uso adecuado de los suelos según la capacidad de uso mayor y la obtención de mejores productos en el tiempo más corto.

La reforestación aporta enormes beneficios, tanto desde el punto de vista económico, social como técnico. En lo económico, por ser una actividad altamente rentable, cuyos productos suelen generar ingresos deseados, en lo social, porque es una de las pocas actividades productivas que genera mayor cantidad de mano de obra por mayor tiempo y durante el año; y en lo técnico que es una actividad que se relaciona y complementa con la otras actividades productivas como la agricultura, ganadería, carpintería, etc.

García (2007) citado por Pahuara (2009) indica que el establecimiento exitoso de la plantación es el principal objetivo de un proyecto de inversión forestal y depende de muchos factores entre ellos la calidad de un plánton. Por tal motivo, los viveros forestales invierten semillas de calidad, así como en las mejores prácticas de manejo de vivero, ya que además de resistir condiciones adversas, los plantines deben ser capaces de producir árboles con crecimiento satisfactorio. Sin embargo, el bajo porcentaje de supervivencia y el deficiente crecimiento inicial de las plantas se encuentran entre los principales problemas de establecimiento a los que se enfrenta aun hoy los forestales. Al respecto, Fernández, Gil y Pardos, (1996) mencionan que debemos entender como calidad de planta de vivero “el grado con el que cumple los objetivos de su utilización con el mínimo costo”. La calidad de planta comprende las características fisiológicas y estructurales que pueden estar cuantitativamente ligados al éxito de la repoblación.

Al respecto Camarena *et al.* (2009) mencionan que el crecimiento y desarrollo de una planta es el proceso de acumulación de materia como resultado del balance que se establece entre las fotosíntesis y la respiración.

Cabe mencionar que tanto Oliet (2000) como Cobas (2001) citado por Diaz *et al.* (2013) indican que el factor determinante para la supervivencia de las plantas en campo definitivo es la materia seca de la raíz, que la materia seca de la parte aérea, ya que este atributo pronostica mejor la supervivencia.

FONDEBOSQUES (2007) citado por Pahuara (2009) menciona que en una plantación, la producción se incrementa considerablemente utilizando plantones de buena calidad, las plantas de mala calidad nunca deben salir del vivero.

#### **a. Calidad de plantones**

Duryea (1985) citado por Maldonado (2010) define a la calidad de planta como aquella que es capaz de alcanzar un desarrollo (supervivencia y crecimiento) óptimo en un medio determinado, sin embargo, no existe un único modelo de calidad ideal para cada especie, éste será diferente para cada lugar y cada situación, tanto en el espacio como en el tiempo (Patiño y Marín, 1993).

Díaz *et al.* (2013) mencionan que el comportamiento morfológico de la planta es la manifestación fisiológica en respuesta a las condiciones ambientales, al potencial genético y las prácticas culturales del vivero.

Quiroz *et al.* (2009) mencionan que las plantas utilizadas en actividades de forestación no solo deben poseer un origen genético acorde al objetivo de la plantación y las condiciones del sitio en que serán establecidas, también deben cumplir con condiciones mínimas de calidad, entendida ésta como el conjunto de atributos que permitan garantizar su capacidad para establecerse y crecer exitosamente en el terreno. Sáenz (2015) indica que los parámetros morfológicos son, atributos determinados física y visualmente; más utilizadas en la determinación de la calidad de los plántones, proporcionando una comprensión más intuitiva por parte de los viveristas. La morfología es la manifestación física de las plantas y generalmente los principales atributos son:

- **Altura de la planta**

Prieto *et al.* (1999) citado por Maldonado (2010) definen como un indicador de la superficie y del área de transpiración; representa su capacidad para almacenar carbohidratos.

Negreros *et al.* (2010) mencionan que el potencial genético específico de cada especie, influye en el crecimiento de la altura de la planta.

Pahuara (2009) menciona que la altura ideal de los plántones de buena calidad se encuentra en promedio entre los 20 a 30 cm; excepcionalmente, dependiendo de condiciones particulares de la plantación, la altura puede ser menor o mayor al promedio recomendado.

- **Diámetro del cuello del tallo**

Quiroz *et al.* (2009) mencionan que el diámetro a la altura del cuello es un indicador de capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas de la planta. Esta variable se expresa generalmente en milímetros (mm).

Sáenz (2015) señala que las plantas con diámetro mayor a 5 mm son más resistentes al doblamiento y toleran mejor los daños por plagas y fauna nociva, aunque esto varía de acuerdo a la especie (Prieto *et al.*, 1999) (Prieto *et al.* 2009).

Pahuara (2009) menciona que diferentes trabajos indican que las mejores plantaciones son aquellas en las que se usaron plántones con altura promedio indicada y un diámetro de cuellos de a 2 a 7 mm.

- **Sistema radicular**

Según Gonzales (1995) citado por Diaz *et al.* (2013) indica que cuando más grande es el sistema radicular de la planta, más puntos de crecimiento tendrán y habrá una mayor capacidad de explorar el sustrato para captar nutrientes.

Sáenz (2015) indica que el desarrollo del sistema radicular, depende del agua que contenga el sustrato, lo que determina su crecimiento y desarrollo. Si una planta recibe agua en abundancia, no estimulará demasiado el crecimiento de la raíz, pero si el agua escasea, será necesario que la planta tenga un sistema radical amplio, para que sobreviva (Leyva *et al.*, 2008)

Diaz *et al.* (2013) indican que la producción de materia seca es importante debido a que refleja el desarrollo de la planta en vivero, sugiriéndose mayor capacidad de transformación de la energía en materia seca, debido a que una mayor capacidad para realizar procesos fotosintéticos, asegurando un buen crecimiento radical .

- **Relación Tallo-Raíz**

Rodriguez (2008) citado por Diaz *et al.*(2013) indica que una buena relación materia seca de la parte aérea / materia seca de la raíz debe fluctuar entre 1.5 y 2.5, ya que esta proporción favorece un proceso fotosintético eficiente y predice resistencia a los períodos relativamente secos.

Sáenz (2015) menciona que valores mayores indican desproporción y la existencia de un sistema radicular insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta; el cociente de ésta relación no debe ser mayor a 2.5, particularmente cuando la

precipitación es escasa en los sitios de plantación (Thompson, 1985, citado por Sáenz *et al.*, 2010).

### **1.2.2. Producción de plántones forestales en vivero**

#### **a. Vivero Forestal**

Solano (2013) señala que es lugar destinado a la obtención, con el mejor rendimiento posible, de plántones de óptima calidad y capaces de soportar satisfactoriamente las condiciones impuestas en la post-plantación.

Rivera (1993) citado por Quiquin (2008) menciona que el sitio donde nacen y se crían las plantas forestales permaneciendo el tiempo necesario para lograr la altura y el vigor indispensable para llevarlas al sitio definitivo de la forestación.

- **Diseño y Plano del Vivero**

Vilcamiche (1996) citado por Quiquin (2008) menciona que el diseño y plano del vivero es una fase importante en su establecimiento, sobre todo cuando es permanente. Su eficiencia y su funcionalidad dependen en parte del mismo. En general un vivero consta de tres partes principales:

- ✓ Área de germinación, llamado también almaciguera o semillero.
- ✓ Área de crecimiento, camas de repique y platabandas para la producción de planta a raíz desnuda.
- ✓ Otros elementos, caminos senderos, etc.

- **Preparación del sitio**

Vilcamiche (1996) citado por Quiquin (2008) nos manifiesta que una vez que se ha elegido el sitio para el vivero, se procede a la preparación del terreno, preparar el lugar del vivero, eliminando toda la vegetación (malezas). La propagación de las malezas se evita removiendo la capa superficial del suelo. También de ser posible la poda los árboles aledaños que puede dar sombra a la cama.

- **Almácigos**

Rivera (1993) citado por Quiquin (2008) señala que es el lugar donde se ponen las semillas para la germinación, se trata del sitio de más cuidados culturales relacionados

a protección y atención. La desinfección de los almácigos es una tarea ineludible; en casi todos viveros, pues luego de comenzados las germinaciones, se producen una etapa crítica en la que pueden ser afectados por la “enfermedad de los almácigos”, llamada en el Perú “Chupadera fungosa”.

- **Camas de Repique**

Vilcamiche (1996) citado por Quiquin (2008) manifiesta que las camas de repique tienen las mismas dimensiones 1m. y 10m. de ancho y largo que las almacigueras, y si el terreno lo permite, también se les orienta de Este a Oeste, la anchura de un metro facilita muchos labores, como el riego con regaderas, el repique y deshierbo.

### **b. Semilla**

Quiroz *et al.* (2009) mencionan que es de gran importancia disponer desde un comienzo de semillas de buena calidad, o con algún grado de mejoramiento, la cual contribuya finalmente a generar árboles con las características esperadas de forma (fenotipo) y, al mismo tiempo, que estas sean heredables a través del tiempo (genotipo). Para obtener un buen material es necesario considerar aspectos como procedencias, tipos de zonas semilleros, métodos y época de recolección.

- **Almacenamiento**

Solano (2013) menciona que el almacenamiento y conservación de las semillas es indispensable, porque no toda la semilla cosechada se puede sembrar o vender.

La técnica de conservación debe asegurar la disminución del fenómeno auto destructible e impedir la acción de los insectos y hongos, para lo cual se disminuye el contenido de humedad y la temperatura ambiente, reduciendo el proceso biológico. Es conveniente que la humedad de la semilla no supere el 10% y la temperatura esté entre 0 y 4°C. Se deben conservar en bolsas de tela o en frascos en refrigeradoras o cámaras de frío. Se debe colocar una etiqueta indicando básicamente, la especie, lugar, fecha de recolección.

- **Viabilidad de la semilla**

Dielh y Mateo (1976) citado por Quiquin (2008) mencionan que una previsión de semilla viable es esencial para tener éxito en la propagación por semilla; sin embargo,



la diferencia entre la semilla viva y semilla muerta no necesariamente es marcada y esta última con frecuencia se caracteriza por necrosis o lesiones en áreas localizadas de la misma. La viabilidad es representada por el porcentaje de germinación, expresada en número de plantas vigorosas.

- **Calidad de semilla**

Buamscha *et al.* (2012) señalan que conocer la calidad de las semillas, antes de sembrar, es determinante para precisar la cantidad de semillas a utilizar, los rendimientos potenciales, sus requerimientos de pre tratamientos, necesidades de purificación y la profundidad de siembra, entre otros aspectos.

Solano (2013) indica que la semilla, merece ser conocida en sus procesos internos y los mecanismos que permitan la reproducción de las especies, además de las características externas que tiene injerencia. El objetivo principal del análisis de semillas consiste en determinar la capacidad de las mismas para germinar.

El análisis de las semillas forestales, se efectúan de acuerdo a las normas internacionales aprobadas por la Asociación Internacional para el Ensayo de Semillas (ISTA). Para cumplir con estas normas se realizan las siguientes determinaciones:

- ✓ **La toma de muestra.** Es la cantidad de semillas necesaria para efectuar los diferentes ensayos.
- ✓ **Análisis de pureza.** Se analiza para determinar su composición y analizar el potencial cultural de semillas.
- ✓ **Análisis de germinación.** Consiste en conocer y evaluar el potencial cultural de semillas.
- ✓ **Determinación del contenido de humedad.** Existen varios métodos, como el de desecación en estufa y con circulación de aire.
- ✓ **Ensayo bioquímico de la viabilidad.** La viabilidad es un indicador del potencial de germinación generalmente se usa la tinción de embriones con algunas sustancias como el tetrazolium. Al colorear en el embrión vivo se tiñe de rojo.
- ✓ **Sanidad de las semillas.** Es muy importante para determinar el estado sanitario de las semillas que a su vez influye en su calidad.

- ✓ **Número de semillas por kilo.** La diversidad de tamaños en las semillas forestales dentro de un mismo género y aun dentro de una especie, dificulta el conteo directo.

- **Tratamientos Pregerminativos**

Oliva *et al.* (2014) indican que cuando las semillas tardan más de una semana en germinar, es aconsejable efectuar tratamientos previos denominados métodos pre germinativos o de escarificación de semillas, ya que con estos métodos se ahorrarán tiempo y por lo tanto dinero.

Solano (2013) menciona que los tratamientos que se aplican a las semillas antes de la siembra ya sea en almácigo, recipientes, platabandas o en campo definitivo. Persigue los siguientes objetivos:

1. Ablandar la cutícula dura de las semillas y su entorno. El tratamiento se realiza utilizando agua, ácidos y procesos de escarificación.
2. Romper la latencia y obtener una germinación uniforme.
  - ✓ Por humedecimiento y refrigeración
  - ✓ Utilizando el peróxido de hidrogeno.

El procedimiento para el tratamiento sigue los siguientes pasos:

- a) Remojar en agua por 1 hora y luego depositar en una cámara de frío a 4 °C por 7 días.
- b) Remojar en agua durante 1 - 2 horas y luego someter a una temperatura de 50°C, con remoción constante durante 24 horas, finalmente se trasladan a bolsas húmedas hasta el momento de la germinación.
- c) Remojar por un espacio de 24 horas en agua fría y 10 minutos en agua caliente.
- d) Remojar en peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) durante 1–2 horas (produce aumento de oxígeno al proceso metabólico).

### **c. Siembra**

Buamscha *et al.* (2012) señala como uno de las labores más importantes cuando se reproducen plantas a partir de semillas. El proceso se inicia con la recolección, pasando por la extracción y limpieza, pruebas de calidad, pretratamientos y desinfección. Se puede realizar en forma manual o mecanizada.

Quiroz *et al.* (2009) menciona que la siembra manual se puede efectuar en dos modalidades, siembra directa al contenedor y siembra en almácigo. Esta situación depende básicamente del tamaño de la semilla, de su facilidad de manipulación y de su calidad (Navarro y Pemán, 1997). Se recomienda sembrar a profundidad constante aproximadamente dos veces el diámetro de la semilla, cuando esta es pequeña.

- **Germinación de semillas**

Buamscha *et al.* (2012) indican que el proceso de germinación se entiende como la reanudación del crecimiento activo en el embrión de una semilla que se manifiesta con la aparición de la radícula. Según lo establecido por la International Seed Testing Association (ISTA), en ensayos de semillas, es la reanudación del crecimiento activo en un embrión que surge de la semilla y adquiere las estructuras esenciales para el desarrollo normal de la planta. El proceso de germinación está regulado, principalmente, por tres factores ambientales: disponibilidad de agua, de oxígeno y temperatura del sustrato.

Quiroz *et al.* (2009) mencionan que existen dos tipos de germinación, de acuerdo con la posición y función de los cotiledones en el desarrollo de la plántula: germinación epígea e hipógea.

- ✓ **Germinación epígea:** se desarrolla la radícula y los cotiledones emergen sobre el suelo producto de la elongación del hipocótilo. Por un período más o menos prolongado, los cotiledones cumplen una función fotosintética, para luego marchitarse y caer.
- ✓ **Germinación hipógea:** los cotiledones permanecen bajo el suelo o muy poco por encima de él, y el epicótilo es el que se elonga y eleva los primordios foliares por sobre el suelo. Los cotiledones en este caso, cumplen la función de disponer por un período mayor de tiempo, de las reservas alimentarias para el desarrollo de la plántula.

- **Energía germinativa**

Buamscha *et al.* (2012) indican que es la cantidad de semillas que germinan más rápido en un ensayo de germinación. Su valor se expresa en porcentaje estableciéndose el tiempo (días) en el cual se logró. Se determina a través del índice de Czabator (1962) que consiste en determinar el valor máximo de germinación el cual se obtiene de la relación o cociente entre el porcentaje acumulado promedio de germinación, por el día en el cual se logró.

- **Repicado**

Solano (2013) indica que es una actividad que consiste en trasladar la plántula a recipientes individuales o platabandas de modo que puedan desarrollarse adecuadamente hasta el momento de ser llevado a campo definitivo.

Monteverde (2006) menciona que el repique en cedro se debe realizar cuando las plántulas desarrollan su primer par de hojas verdaderas o tienen alrededor de 5 cm de altura. Generalmente, esto ocurre entre 30 y 45 días después de la siembra. Debe realizarse en días frescos y nublados si es posible, o bien temprano en la mañana. Si los días son calurosos es recomendable trabajar a última hora de la tarde. El trasplante de debe hacer con cuidado, evitando producir daños en las frágiles raíces de las plántulas. Para ello es conveniente remover desde abajo el almácigo a fin de aflojar las raicillas y mantener las plántulas en un recipiente con agua mientras se realiza el repique. Una vez introducidas en el bolsín se aplica una presión suave de la tierra a altura del cuello de la planta para lograr que las raíces queden en contacto con el sustrato.

Según Solano (2013) existen dos tipos de repiques:

- ✓ En platabandas (producción a raíz desnuda)
- ✓ En recipientes individuales (bolsas de polietileno)

#### **d. Contenedores**

Quiroz *et al.* (2009) indican que los contenedores son los envases donde crecen las plantas hasta el momento de ser llevadas a la plantación. Su principal función es

sostener, el sustrato, el cual aporta a las raíces agua, aire, nutrientes minerales y soporte físico (Peñuelas, 1995; Dumroese *et al.*, 1998).

Buamscha *et al.* (2012) señalan que la elección del contenedor es una de las consideraciones más importantes al establecer un nuevo vivero o empezar a producir una especie nueva. El tipo y tamaño de contenedor no sólo determina la cantidad de agua y nutrientes minerales que están disponibles para el crecimiento de una planta, sino que también afecta otros aspectos operativos del vivero, como el tamaño de la mesada y el tipo de equipo para el llenado y extracción de los contenedores.

Landis (1990) señala que el tamaño del contenedor para las plantas de un cultivo particular, depende tanto de factores biológicos como los factores económicos. Las consideraciones de orden biológico incluyen el tamaño de la semilla o vareta, el tamaño deseado para la planta, así como las condiciones ambientales del sitio de plantación. Desde el punto de vista económico, las consideraciones primarias son el costo inicial, la disponibilidad del contenedor y la cantidad de espacio disponible para el cultivo.

Los contenedores para la producción de especies forestales, son producidos en una variedad de formas: redondos, rectangulares, hexagonales o cuadrados, por cuanto toca a su sección transversal, y muchos están ahusados desde su parte superior hacia la inferior.

Quiroz *et al.* (2009) menciona que el tamaño del contenedor tiene una correlación directa con los parámetros morfológicos de las plantas a producir (Domínguez *et al.*, 1997; Domínguez *et al.*, 2000). A mayor volumen del contenedor se obtendrán valores superiores de altura y diámetro de cuello (DAC). El tamaño de la sección transversal del contenedor, expresado en número de celdas por metro cuadrado, determina la densidad del cultivo, variable que influye en el desarrollo de las plantas. Así, con alta densidad de cultivo normalmente se producen plantas de escaso diámetro, pudiendo manifestarse ahilamiento (fragilidad del tallo que se curva con facilidad con su propio peso); como contrapartida, una baja densidad de cultivo puede generar plantas con poco crecimiento en altura.

González (1996) citado por Bruamscha *et al.* (2012) menciona que la profundidad del contenedor tiene una fuerte incidencia en el crecimiento en diámetro del cuello de las plantas. Viel (1997), afirma que mientras más profundo es el contenedor, mayor es el crecimiento en diámetro del cuello de las plantas.

Rivera (2005) citado citado por Quiquin (2008) indica que la mayoría de los contenedores, están diseñados, para formar un buen sistema radicular. Por tanto el tamaño del contenedor es el parámetro que influye más directamente sobre la formación del sistema radicular y constituyen la superficie más efectiva para absorber agua y nutrientes del suelo.

Landis (1990) señala que la distancia entre las celdas individuales en el bloque genera la densidad de crecimiento de las plantas, esta es una de las características más importantes del contenedor que afectan el crecimiento de las plantas. No obstante, el arreglo espacial de las celdas dentro del bloque también tiene implicaciones económicas. Las plantas forestales requieren de una cierta cantidad mínima de espacio de crecimiento, el cual varía con la especie y la edad.

Buamscha *et al.* (2012) señalan que la densidad de plantas en contenedores con múltiples celdas o cavidades, la distancia entre plantas es otro factor importante a considerar. El espaciamiento afecta la cantidad de luz, agua y nutrientes que están disponibles para cada planta. En general, las plantas que crecen con menor espaciamiento, se desarrollan más altas y tienen menor diámetro a nivel del cuello que aquellas que se cultivan más distanciadas. El tamaño de las hojas condiciona la densidad de producción. Las especies de hojas grandes deberían cultivarse a baja densidad, mientras que las de hojas más pequeñas y las que tienen acículas pueden producirse en mayores densidades. El espaciamiento entre contenedores afectará la altura, la rectitud de los tallos, el diámetro del cuello y la frondosidad. Además afecta las actividades diarias del vivero, especialmente el riego.

Buamscha *et al.* (2012) señalan que los plantines en contenedor suelen tener pocos problemas con los sistemas radicales porque el cepellón (sistema de raíces más sustrato) es muy poco perturbado durante la extracción y el transporte. La facilidad

con que el cepellón puede extraerse del envase depende de la densidad de la raíz (peso/volumen). A medida que el volumen aumenta, generalmente, disminuye la densidad de la raíz. Por ende, para los envases más grandes se debe planificar un programa de crecimiento más largo para que la densidad de la raíz permita extraer el cepellón completo sin que se desintegre.

- **Tipos de contenedores**

Quiroz *et al.* (2009) indican que el tipo y tamaño del contenedor a emplear depende de diversos factores tales como el tamaño de la semilla, tamaño final de la planta, condiciones ambientales del sitio de plantación, comportamiento de la raíz al medio de crecimiento; del volumen de raíces, además de factores económicos como el precio del contenedor, disponibilidad y diseño de contenedores, volumen del sustrato y del espacio disponible en el vivero.

Para la producción de plantas nativas a raíz cubierta se utilizan básicamente tres tipos de contenedores, según material y forma, los que se implementan, buscando un adecuado desarrollo radicular y mayores posibilidades de mecanizar su manejo.

- Bolsas de polietileno:** las bolsas hechas de polietileno negro son los contenedores más utilizados en los viveros de todo el mundo porque son baratas y fáciles de transportar y almacenar. Desafortunadamente, en general producen plantines con sistemas radicales poco formados que se espiralan en el contorno de las paredes lisas y en el fondo. Este problema empeora cuando los plantines no son trasplantados en la temporada y se mantienen en el contenedor.
- Tubetes insertados en bandejas:** corresponden a envases plásticos individuales de sección cuadrada cónica, los cuales se insertan en bandejas o mallas de alambre. Los volúmenes más utilizados fluctúan entre 80 y 300  $cm^3$ . Presentan facilidades para el reordenamiento de las plantas y son reutilizadas.
- Bandejas de poliestireno expandido (Styrobloks):** son bandejas de poliestireno en forma de pirámide invertida, no separable ni biodegradable. Los volúmenes de las cavidades más utilizadas en las bandejas oscilan entre 56 y 100  $cm^3$  para las especies exóticas más plantadas. A nivel operacional son los contenedores más utilizados por sus facilidades de almacenamiento, limpieza, llenado y transporte, y por la posibilidad de ser reutilizadas.

### **e. Sustratos**

Pastor (2000) citado por Muñoz (2007) menciona que el “sustrato”, que se aplica en la producción en vivero, se refiere a todo material sólido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que en contenedor, de forma pura o mezclado, permite al anclaje de las plantas a través de su sistema radicular. El sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta allí ubicada, esto último, clasifica a los sustratos en químicamente inertes (perlita) o químicamente activos (corteza de pino). En el caso de los materiales químicamente inertes, éstos actúan únicamente como soporte de la planta, mientras que los restantes intervienen además en procesos de adsorción y fijación de nutrientes.

Rodríguez (2010) indica que las principales funciones que tiene el sustrato para la planta son: el agua, ésta debe ser retenida por el sustrato hasta el momento de ser usada por la plántula; el aire, la energía que la raíz requiere para realizar sus actividades fisiológicas es generada por respiración aeróbica, lo que requiere un constante abasto de oxígeno; la nutrición mineral, con la excepción de carbono, hidrógeno y oxígeno las plantas tienen que obtener otros trece nutrientes minerales esenciales del sustrato; y el soporte físico, la función final del sustrato es soportar a la planta en posición vertical, este soporte está en función de la densidad y rigidez del mismo (Iglesias y Alarcón, 1994).

Zarate (2013) indica que desde el punto de vista económico, la finalidad del sustrato de cultivo es producir una cosecha de calidad y abundante, en el periodo de tiempo más corto posible y con los menores costos de producción (Abad et al., 1993; Terés, 2001). Además el sustrato utilizado no debería provocar impacto ambiental relevante alguno, ni en su extracción, ni durante su uso ni al final de su vida útil (Burés, 1997). Sáenz (2015) menciona que los sustratos de crecimiento, están compuestos por materiales orgánicos e inorgánicos; los primeros generan gran cantidad de microporos y por lo tanto tienen alta capacidad de retención de agua y de intercambio catiónico. En los materiales orgánicos está la turba, fibra de coco, cascarilla de arroz, materia orgánica, humus de lombriz (Oirsa, 2002). Los materiales inorgánicos permiten la formación de macroporos, que proporcionan aireación y drenaje; además su capacidad de intercambio catiónico es baja, facilitan la captura de iones de los fertilizantes y



posterior intercambio con el sistema radicular (Prieto *et al.*, 2003). Los materiales de este grupo son arena, perlita, vermiculita (Oirsa, 2002).

- **Componentes de los sustratos**

- a. Turba**

Hartmann y Kester (1970) citado por Quiquin (2008) indican que la composición de los diversos depósitos de turba varía mucho, dependiendo de la vegetación que le dio origen, el estado de descomposición, el contenido de minerales y el grado de acidez.

Las turbas de tipo fibroso, de color café claro o café amarillento, están formadas por restos de gramíneas, por ello general tienen reacción bastante ácida. Los tipos parcialmente fibrosos, de color café a negro, son leñosos, aterronados o granulares y su reacción va de muy ácida a algo alcalina. Las capas superficiales de la turba y los suelos turbosos cultivados en estado avanzado de descomposición, es difícil identificar los restos de plantas, por lo general, se conocen como “tierra de pudrición”.

- b. Compost**

Rivera (2005) indica que el compost, además de aportar macro y micronutrientes disponibles para las plantas, contiene enzimas, fitohormonas, microorganismo y coloides. Asimismo Giron (1991), citado por Rivera (2005) también indica que además de suministrar macro y micronutrientes disponibles para los plantones, la materia orgánica, tiene la mayor capacidad de absorber agua hasta el 90% de su peso total manteniéndola en reserva por mayor tiempo.

Alvarado y Solano (2002) mencionan que el compost mejora las propiedades físicas y da un balance a la relación C:N, en el material orgánico utilizado para la producción de sustratos. Un buen compostaje puede producir un material con casi todas las propiedades de un buen sustrato, peso ligero, buena capacidad de retención de humedad, sin ser demasiado caro.

Sanchez (2013) señala el compost como conjunto de restos orgánicos que sufre un proceso de fermentación y da un producto de color marrón oscuro, inodoro o con olor a humus. El compost maduro es estable, es decir, que en él, el proceso de fermentación

está esencialmente finalizado. Este abono orgánico resultante contiene materia orgánica (parte de la cual es semejante al humus de la tierra) así como nutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, hierro y otros oligoelementos necesarios para la vida de las plantas. (García A, 1987).

- ✓ Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y azufre.
- ✓ Incrementa la eficiencia de la fertilización, particularmente nitrógeno.
- ✓ Inactiva los residuos de plaguicidas debido a su capacidad de absorción.
- ✓ Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.
- ✓ Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y ligando los sueltos y arenosos.
- ✓ Mejora la porosidad, y por consiguiente la permeabilidad y ventilación.
- ✓ Reduce la erosión del suelo
- ✓ Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- ✓ Confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica.
- ✓ Es fuente de energía la cual incentiva a la actividad microbiana
- ✓ Al existir condiciones óptimas de aireación permeabilidad, pH y otros, se incrementa y diversifica la flora microbiana (Gros, A.1981).

### **c. Humus de lombriz**

Alvarado y Solano (2002) mencionan que las lombrices de tierra tienen una capacidad de formación de humus considerable. El sistema digestivo es su principal adaptación evolutiva que le permite sobrevivir en escasa cantidad de nutrientes. Luego de la digestión, se produce la expulsión de los residuos no digeridos, pero sí transformados en una mezcla íntima química y físicamente homogénea, de fina materia orgánica e inorgánica. A estas excretas se les denomina “humus de lombriz” y poseen un elevado valor fertilizantes.

Compagnoni (1983) citado por Mitma (2004) señala que el humus es muy importante por su contenido de N, P, K, Ca, Mg y oligoelementos, tales como Fe, Cu, Zn, B, etc, así como porque mejora la capacidad retentiva de humedad. Es un fertilizante natural de alta calidad, por su riqueza en nutrición y alta carga de microorganismos (20 mil millones/gr. seco), lo cual le confiere características de fertilizante biológico, es un

producto vivo a determinada humedad que continua en la tierra, gracias a la acción de las bacterias descomponiendo diferentes productos.

Además señala que, su carácter coloidal le da fuerza cohesiva uniendo a las partículas del suelo, haciendo que el suelo arenoso retenga mayor agua y elementos nutritivos, mientras que los arcillosos aumenta el espacio de poro, equivaliendo a una mejor aireación y drenaje, asimismo dosifica lentamente la entrega de sustancias minerales nutritivas para las plantas. Absorbe y retiene calor por su color oscuro, tendiendo a igualar las fructuaciones térmicas indeseables y repentinas de los suelos livianos y haciendo que los suelos pesados sean más calientes.

El humus posee un pH neutro, permitiendo aplicarlo en cualquier dosis, sin corregir el riesgo de quemar los cultivos. El humus hace crecer la planta más rápido y fuerte por el contenido hormonal, contiene gran concentración de enzimas como proteasa, amilasa, lipasa, celulosa y quitinasa que continúan desintegramiento la materia orgánica después de haber sido expulsados. (Agropecuaria el Corral, 1989).

#### **d. Arena fina**

Hartmann y Kester (1972) citado por Quiquin (2008) mencionan que la arena está formada por pequeños granos de piedra de alrededor de 0.05 a 2.0 mm de diámetro que se originan por la interperización de diversas rocas, dependiendo su composición mineral de la que tenga la roca madre.

Alvarado y Solano (2002) indican que la arena es el agregado grueso más económico pero a la vez el más pesado. El peso adicional aumenta los costos de manejo y embarque de plantas cultivadas en un medio que la contiene. Es baja en nutrientes y en capacidad de retención de humedad, y es química y biológicamente inerte.

#### **e. Vermiculita**

Muñoz (2007) menciona que la vermiculita es un mineral, silicato de aluminio-hierro-magnesio, el cual consiste en una serie de placas delgadas y paralelas, la que son sometidas a altas temperaturas lo que provoca la expansión de las partículas unas 15 a 20 veces (Bunt, 1988).

Esta tiene numerosas propiedades como ser ligera en peso y poseer una estructura en placas, lo que genera una elevada proporción superficie/volumen y por lo tanto una alta capacidad de retención de humedad. Las placas contienen numerosos sitios para retener cationes, tanto externa como internamente, lo que produce una elevada capacidad de intercambio catiónico; tal propiedad es única para los componentes de medios de crecimiento inorgánicos, que son típicamente inertes. La vermiculita contiene algo de potasio y de magnesio, los cuales son lentamente liberados para ser aprovechados por la planta. El pH es variable, normalmente dentro de un intervalo neutral. (Landis, 2000). Actualmente, la vermiculita es usada en los viveros mezclada con otros sustratos, generalmente orgánicos, para completar la propiedades adecuadas requeridas en el crecimiento vegetal, que no posee los sustratos en forma independiente. Las plantas desarrolladas en estudios recientes sobre vermiculita mezcladas con sustratos orgánicos presentan buenos resultados, siendo la combinación con turba la que alcanza el mayor tamaño en todas las variables estudiadas: diámetro de cuello, altura de tallo, peso húmedo y seco de toda la planta, peso seco de las raíces secundarias.

Muñoz (2007) indica que los tratamientos con vermiculita obtuvieron un mayor crecimiento en altura total, materia seca de la parte aérea, raíz y total. Citando también a Olivo y Buduva (2006) que afirman, que los sustratos orgánicos mezclados con vermiculita desarrollan mejores plantas tanto en altura como en materia seca; ya que contienen una alta capacidad de retención de humedad, buena aireación y oxigenación de raíces. Las características de los sustratos pueden ser: Físicas, químicas y biológicas.

- **Características Físicas del sustrato**

Pastor (2000) menciona que éstas vienen determinadas por la estructura interna de las partículas, su granulometría y el tipo de empaquetamiento. Algunas de las más destacadas son:

- ✓ Densidad real y aparente
- ✓ Distribución granulométrica
- ✓ Porosidad y aireación
- ✓ Retención de agua

- ✓ Permeabilidad
- ✓ Distribución de tamaños de poros
- ✓ Estabilidad estructural

- **Características Químicas del sustrato**

Pastor (2000) señala que estas propiedades vienen definidas por la composición elemental de los materiales; éstas caracterizan las transferencias de materia entre el sustrato y la solución del mismo. Entre las características químicas de los sustratos destacan:

- ✓ Capacidad de intercambio catiónico
- ✓ pH
- ✓ Capacidad tampón
- ✓ Contenido de nutrientes
- ✓ Relación C/N

- **Características Biológicas del sustrato**

Pastor (2000) se refiere a propiedades dadas por los materiales orgánicos, cuando éstos no son de síntesis son inestables termodinámicamente y, por lo tanto, susceptibles de degradación mediante reacciones químicas de hidrólisis, o bien, por la acción de microorganismos (Burés, 1999).

Entre las características biológicas destacan:

- ✓ Contenido de materia orgánica
- ✓ Estado y velocidad de descomposición

Una vez conocidos los principales parámetros que definen un sustrato, probablemente proceda hacer referencia al “sustrato ideal”. Ante la reiterada pregunta, de si existe un sustrato ideal, la respuesta es “no”; el sustrato adecuado para cada caso concreto dependerá de numerosos factores: tipo de planta que se produce, fase del proceso productivo en el que se interviene (semillado, estaquillado, crecimiento, etc.), condiciones climatológicas, y lo que es fundamental, el manejo de ese sustrato. Por lo tanto, la imposibilidad de referenciar un sustrato ideal, pero sí que puede hacerse referencia a los requerimientos que un sustrato debe tener:

- ✓ Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible
- ✓ Elevada aireación
- ✓ Baja densidad aparente
- ✓ Elevada porosidad
- ✓ Baja salinidad
- ✓ Elevada capacidad tampón
- ✓ Baja velocidad de descomposición
- ✓ Estabilidad estructural
- ✓ Bajo costo
- ✓ Fácil manejo (mezclado, desinfección, etc.)

### 1.2.3. Especies Forestales

#### a. Cedro de altura (*Cedrela lilloi*)

- **Distribución**

Reynel y Marcelo (2009) señalan que esta especie 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 3500 msnm. Se observa cultivada en zonas de bosque maduro. En nuestro país: Valle de Urubamba (Cusco) Valle del Mantaro (Junín) y Callejón de Conchucos (Ancash); también en el departamento de Cajamarca. (Reynel y León 1990).

- **Taxonomía**

El cedro pertenece a la siguiente clasificación:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Sapindales
Familia	: Meliaceae
Género	: <i>Cedrela</i>
Especie	: <i>lilloi</i>
Nombre científico	: <i>Cedrela lilloi</i>

Reynel y Marcelo (2009) mencionan que el cedro de altura se clasifica en: Familia botánica: Meliáceas, Nombre científico: *Cedrela lilloi* y Nombres comunes: Cedro de altura, atoc cedro.

- **Descripción**

Reynel y León (1990) indican las siguientes descripciones:

**Aspecto general:** Árbol grande, frondoso, con el fuste recto y la corteza agrietada de color marrón claro, distinguible por sus hojas cuyas láminas poseen un acumen largo grácil, y sus frutos capsulares de unos 5 cm de longitud.

**Ramitas terminales:** Cilíndricas, aproximadamente 4 - 8 mm diámetro, color marrón rojizo, nudosas, glabras, lenticelas; las lenticelas blanquecinas y alargadas, de hasta 2 mm longitud.

**Hojas:** Compuestas imparipinnadas (a veces paripinnadas) alternas y dispuestas en espiral, con tendencia a agruparse hacia los extremos de las ramitas, 40 - 60 cm longitud en promedio, portando 8 - 14 pares de folíolos. Raquis acanalado, lenticelado; las lenticelas blanquecinas, menores de 1mm longitud. Folíolos de unos 10 - 12 cm longitud por 2.5 - 3 cm de ancho, lanceolados a oblongos, a veces falcados, inequiláteros, enteros; ápice agudo, atenuando o acuminado; el acumen de unos 2 cm longitud, incurvado y notorio; base asimétrica. Nervación pinnada con 20 - 24 pares de nervios secundarios, éstos y el nervio principal impresos en el haz y en relieve en el énvés. Láminas cartáceas glabras; peciólulos gráciles, de 1 cm longitud y 1 mm diámetro, acanalados.

**Inflorescencias:** En panículas (tirsos) axilares o terminales de unos 25-35 cm longitud o más.

**Flores:** Aproximadamente 1 cm longitud incluyendo el pedicelo; éste de 2 mm longitud; cáliz pentásepalo, aprox. 4 mm longitud, los sépalos libres desde la base; corola con 5 pétalos libres, alargados; androceo con los filamentados parcialmente

libres, de aprox. 2 mm longitud; pistilo con ovario súpero, estilo columnar y estigma discoide exserto.

**Frutos:** Cápsulas elipsoides pentavalvares, aproximadamente 4 cm longitud incluyendo el pedicelo; éste de 1 - 1.3 cm longitud en promedio. Abren por su extremo apical; existe en su interior una columna alargada, con sección estrellada, pegada a la cual se encuentran las semillas.

**Semillas:** Alada y membranosa, ovada a elipsoide en su contorno, aplanada, con el embrión en un extremo; aproximadamente 3 x 1.5 cm. La especie es de color marrón claro- rojizo, algo rugosa.

- **Fenología:** Reynel y Marcelo (2009) mencionan que la flores se registran en febrero y junio; frutos entre mayo y julio.

- **Caracteres de frutos y semillas**

- ✓ Peso promedio del fruto: 10 g a 20 g.
- ✓ Numero de semillas/Kg: 30.000
- ✓ Peso de 1000 semillas: 20.5 g
- ✓ La perdida de viabilidad bajo almacenamiento es acelerado; la viabilidad desciende sustancialmente en 1 año.

- **Observaciones para el reconocimiento de la especie**

Reynel y León (1990) señalan que la especie es reconocible de *Cedrela odorata* y otras del género por las siguientes características distintivas:

- ✓ Las láminas foliares poseen un acumen mayor de 1.5 cm longitud, incurvado y estrecho
- ✓ Los peciólulos son también largos (aprox. 1 cm longitud) y delgados.
- ✓ Las cápsulas son más pequeñas que las otras especies, con unos 3 cm longitud en promedio.
- ✓ Crece sobre los 2400 msnm, lugares en los que no se adaptan sino otras dos del género. *Cedrela montana* y *Cedrela weberbaueri*.

Reynel y León (1990) indican los lugares y suelos adecuados:



- **Rango altitudinal:** Crece desde 2800 - 3500 msnm.
- **Temperatura:** Observada en zonas con temperatura media anual que oscila entre 8 y 12 °C. No se registra en zonas con heladas.
- **Requerimiento de suelo y agua:** Crecen bien en suelos profundos y de textura franca. El requerimiento de agua es medio a alto.

Reynel y León (1990) señalan que la agroforestería y conservación de suelos respecto al “Cedro de Altura” alcanza buenos portes y desarrolla un fuste recto y grueso. La madera es de alta calidad, por lo cual se le sugiere para fines de aserrío. Puede establecerse como cultivo mixto con plantas agrícolas.

Por su conformación, es un árbol idóneo para el diseño de cortinas rompevientos y el establecimiento de sombra para el ganado. Tolera bien la inundación estacional y es apropiado para la protección ribereña.

Reynel y León (1990) indican que los productos y subproductos se usan como:

- ✓ De las hojas se extrae un tinte de color beige empleado para el teñido de textiles, principalmente de algodón y lana.
- ✓ La corteza en cocimiento, tomada con regularidad, es reputada como curativa de la hepatitis y afecciones del hígado.
- ✓ La madera es de grano recto, textura y densidad media, de color rojizo; es muy trabajable y durable, excelente para ebanistería.

- **Germinación y manejo en vivero**

- ✓ Tratamiento pregerminativo : no requiere
- ✓ Se pueden sembrar en almácigos o directamente en bolsas de polietileno.
- ✓ Tipo de germinación: epígea
- ✓ Inicio de germinación: a los 15 a 20 días
- ✓ Finalización de la germinación: a los 40 días
- ✓ Poder germinativo: regular

- ✓ Para el almacigado, la siembra se facilita eliminando las alas de las semillas. Se requiere una cuidadosa desinfección de la tierra de almacigo y se recomienda sustratos con tierra negra, tierra agrícola y arena (7:1:2) o tierra negra, tierra agrícola y arena (1:3:1). Las semillas requieren bastante riego inicial (aproximadamente 10 l/m<sup>2</sup>) y tinglado de paja cerrado por unos 25 días. Luego este debe ralearse gradualmente hasta media luz.
- ✓ El repique a bolsas de polietileno se efectúa a los 3 a 4 meses de almacigado. El sustrato apropiado en este caso es tierra negra, tierra agrícola y arena (5/2/3).
- ✓ Es conveniente mantener el tinglado a media luz por al menos dos semanas luego del repique.
- ✓ El traslado a terreno definitivo se hace a los 4 meses de repique, cuando las plántulas tienen 25 cm a 30 cm.

- **Plantación**

- ✓ Se sugiere establecerlo en suelos con buena profundidad y con buena disponibilidad de agua.
- ✓ Precisa asimismo de un microclima abrigado.

**b. Fresno (*Fraxinus americana*)**

- **Distribución**

Originaria de Norteamérica, pero ampliamente distribuida en Centro y Sudamérica (cultivada). Crece desde el nivel del mar hasta 3500 msnm.

- **Taxonomía**

Reynel y León (1990) mencionan la siguiente clasificación:

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Lamiales
Familia	: Oleaceae
Género	: <i>Fraxinus</i>
Especie	: <i>americana</i>
Nombre científico	: <i>Fraxinus americana</i>

- **Descripción**

Reynel y León (1990) indican las siguientes descripciones:

**Aspecto general:** Árbol grande y robusto, con la copa densa y ovoide, el follaje color verde oscuro. La corteza externa es agrietada, color marrón claro; los frutos alados son característicos.

**Ramitas terminales:** Cilíndricas, algo aplanados, de unos 5 - 7 mm de diámetro, color verduzco, lenticeladas, lustrosas.

**Hojas:** Compuestas imparipinnadas, opuestas decusadas, 30 - 50 o más cm longitud, con el raquis acanalado; portan 4 - 5 pares de foliolos opuestos. Estos son lanceolados, aprox. 7 - 12 cm longitud y 2.5 - 3 cm ancho; tiene el ápice agudo-acuminado; base aguda y margen dentado. Nervación pinnada, con 14 - 16 pares de nervios secundarios levemente impresos en el haz y prominentes en el envés, al igual que el nervio central. Las láminas son sustancialmente glabras, pero es muy característica la pubescencia en el nervio central y las axilas de los nervios secundarios en el nervio central y las axilas de los nervios secundarios en el envés. Peciolúlos acanalados, de aprox. 1 - 1.5 cm.

**Inflorescencias:** En panículas umbeliformes axilas o terminales de 10 - 30 cm longitud, bracteadas.

**Flores:** La especie es dioica. Flores masculinas de aprox. 0.5 cm longitud, con la cáliz reducido y 2- 3 estambres en su interior. Flores femeninas con la cáliz pequeño y dentado, aprox. 0.5 cm longitud; pistilo con ovario ovoide, exserto; estilo filiforme y estigma bifido.

**Frutos:** Samaroides y ovado - alargados, aproximadamente 3 cm longitud, con el ala membranosa y de color blanquecino - amarillento.

**Semillas:** La semilla está íntimamente pegada a la cubierta del fruto (fruto Sámara), y no se le puede desprender de él. Este es alado, lanceolado en su contorno, aplanado, con la semilla en un extremo, aproximadamente 2.5 cm de longitud por 5 - 7 mm de ancho. La superficie es de color amarillo pajizo, liso y glabro.

- **Fenología:** Reynel y Marcelo (2009) mencionan que la frutos se registran en marzo-julio (Sierra Central).

- **Caracteres de frutos y semillas**

- ✓ Tamaño promedio de frutos: 3.46 x 04 cm
- ✓ Peso promedio de frutos: 0.035 g.
- ✓ Promedio semillas /frutas: 1
- ✓ Promedio semillas/ Kg: 31.500
- ✓ Pérdida de viabilidad bajo almacenamiento: Escasa durante el primer año.

- **Observaciones para el reconocimiento de la especie**

Reynel y León (1990) señala que el “Fresno” es reconocible por sus hojas imparipinnadas con 4 pares de folíolos, y también sus frutos samaroides. Hay otra especie exótica (*Acer negundo*, Aceraceae) con la cual podría confundírsele, pero esta última tiene tan solo 1 - 2 pares de folíolos y sus frutos son disámaras.

Reynel y León (1990) indican los lugares y suelos adecuados:

- ✓ **Rango altitudinal:** Crece desde el nivel del mar hasta los 3500 msnm.
- ✓ **Temperatura:** Observaciones en zonas con temperatura media anual entre 8 y 23°C.
- ✓ **Requerimiento de suelo y agua:** La especie es muy adaptable en cuanto a suelos, observándose en suelos con textura variable. Prospera bien en suelos profundos. Los requerimientos de agua son de medios a altos.

Reynel y León (1990) señalan que la agroforestería y conservación de suelos respecto al fresno alcanza buenos portes y es óptimo para la conformación de cortinas rompevientos y cercos vivos en general. La madera es de alta calidad, por lo cual se sugiere para cultivo mixto con agricultura. Dada su adaptabilidad a suelos sueltos y su tolerancia a las inundaciones estacionales, es recomendable para prácticas de protección ribereña. Por otro lado, su amplia conformación de copa la hace ideal para el establecimiento de áreas de refugio del ganado.

Reynel y León (1990) indican que la madera es excelente; la leña tiene buen poder calórico.

- **Germinación y manejo en vivero**

- ✓ Tratamiento pregerminativo: estratificación 48 horas a 5°C.
- ✓ Tipo de germinación: epígea
- ✓ Inicio de germinación: a los 13 días
- ✓ Finalización de la germinación: a los 33 días
- ✓ Poder germinativo: 20%
- ✓ Para el almacigado, puede sembrarse al voleo o en líneas en las camas de almacigo. Son buenos sustratos aquellos con alto contenido de materia orgánica. Debe utilizarse un tinglado completo.
- ✓ El repique, debe efectuarse cuando la planta tiene 4 hojas (= plántulas de 5-6 cm de altura). En esta etapa se sugieren sustratos con buen contenido de materia orgánica.
- ✓ Es conveniente mantener el tinglado por algunas semanas, raleándose paulatinamente.

- **Plantación**

Se sugiere establecerlo en suelos sueltos y profundos de naturaleza alcalina y con buena disponibilidad de agua. Se sugiere de 3 - 4m para la plantación. Requiere riego durante los primeros meses luego de plantado; se debe instalar una vez iniciadas las lluvias. En condiciones adecuadas crece rápidamente (aprox. 1.5 m en el 1er.año: Cuenca del Rímac).

#### **1.2.4. Cuidado y protección de especies forestales**

##### **a. Riego**

Quiquin (2008) menciona que el volumen de agua a utilizar para el riego de las plantas tanto en las camas de almacigo como en las de recría varía de acuerdo al clima, tamaño de las camas, sustrato y edad de la plantas. En la primera etapa de almacigo después de la siembra, el riego debe hacerse cada día controlando que el suelo se mantenga en capacidad de campo. Después de la germinación el riego debe ser interdiario, y

después del repique en las camas de recría, luego de aparecer el segundo par de hojas, el riego debe efectuarse cada 2 a 3 días según el clima.

#### **b. Deshierbo**

Araujo y otros (2000) citado por Quiquin (2008) indican que es un labor mediante la cual se eliminan las malezas que crecen dentro de las bolsas y compiten con el plantón. Esta actividad se realiza de acuerdo al periodo en que aparecen las malezas, la cual depende del clima, riego y procedencia del sustrato.

#### **c. Remoción**

Solano (2013) señala la importante de la remoción de plantones, se inicia a partir de los 45-60 días previa evaluación. La remoción tiene por objetivo, impedir el enraizamiento de las plantas en el suelo del vivero y clasificar plantones de acuerdo al tamaño, sanidad y vigorosidad permitiendo de esa manera un crecimiento y desarrollo adecuado.

#### **d. Selección**

Oliva *et al.* (2014) indican que en la selección de los plantones se debe tener cuidado la sanidad, conformación, eliminando aquellos plantones que están enfermos, mal formados, torcidos, con ramificaciones, sin yema terminal, con ataque de plagas, dejando seleccionados para su transporte a campo definido, por lo que la calidad de los plantones es un punto determinante para establecer con éxito una plantación en campo definitivo.

#### **e. Agoste**

Solano (2013) indica que es una actividad que consiste en disminuir la cantidad de agua a la planta de modo que los tejidos adquieran una lignificación adecuada y sean capaces de soportar los extremos climáticos en campo definitivo. Esta operación empieza, aproximadamente, 45 días antes de la plantación.

#### **g. Sanidad Vegetal**

Molina (2014) menciona que los posibles problemas sanitarios es escaso. Al mismo tiempo, la práctica de la silvicultura dice que cuando introducimos una especie foránea

en el país, o hacemos plantaciones con especies autóctonas que no forman masas puras al comienzo no se presentan problemas importantes de tipo sanitario, pasado algún tiempo comienzan a surgir los agentes patógenos tanto por el incremento de la importancia de la semilla y planta, como por los cultivos de la planta en vivero.

### **1.3. ASPECTOS CONCEPTUALES**

**Bandeja**, bloque con un cierto número de cavidades unidades entre si utilizada para cultivar plantines. Pueden ser rectangulares o cuadradas; de dimensiones variables en cuanto al largo, ancho y alto. Difieren también en el número total de cavidades, en el volumen y en su forma. Generalmente son de plástico o poliestireno expandido.

**Bolsa de polietileno**, permiten transplantar o repicar las plántulas del semillero, llenándolas de tierra o sustrato, se obtiene un medio de conservación y traslado hacia su punto final de plantación.

**Contenedor**, envase donde se cultivan plantines hasta el momento de ser llevados a plantación, durante todo o parte del ciclo de cultivo. Poseen forma y dimensiones muy variables. Pueden ser individuales o estar agrupados en bandejas multiceldas, y se fabrican de diferentes materiales.

**Compost**, abono orgánico rico y oscuro, producto de la descomposición de desechos, que posee un contenido balanceado de nutrientes, microorganismos y minerales.

**Humus de lombriz**, elemento que resulta de la transformación por las lombrices, que ayuda a retener el agua y a mejorar sus características físicas y agroproductivas.

**Peso seco**, expresa la cantidad de materia seca, exceptuada el agua.

**Sustrato**, medio físico con el que se llenan los contenedores donde se cultivan plantines. Puede estar formado por un solo material o por la combinación de varios, ya sea de origen natural o artificial, con los que se realizan mezclas de proporciones variables.

**Vermiculita**, mineral formado por silicatos de hierro o magnesio utilizado como sustrato de cultivo.





## **CAPÍTULO II**

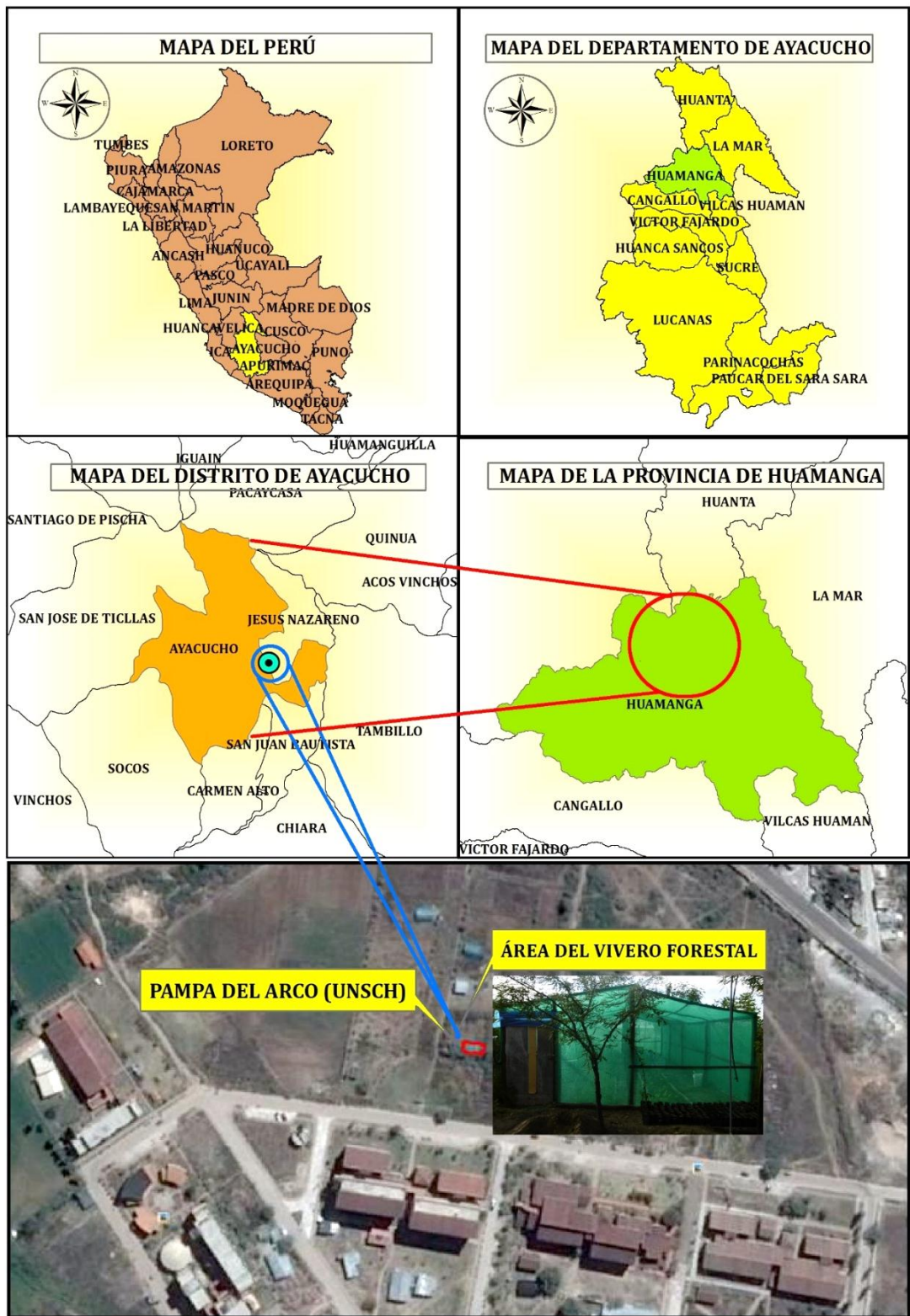
### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO**

El presente trabajo de investigación se realizó en el Vivero Forestal de Pampa del Arco de la ciudad universitaria de la Escuela Profesional de Agronomía de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga; situada en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, región Ayacucho, a una altitud de 2792 msnm, encontrándose entre las coordenadas geográficas de 13°08'38" Latitud Sur y 74°13'17" Longitud Oeste (ver figura 2.1).

#### **2.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DEL VIVERO FORESTAL**

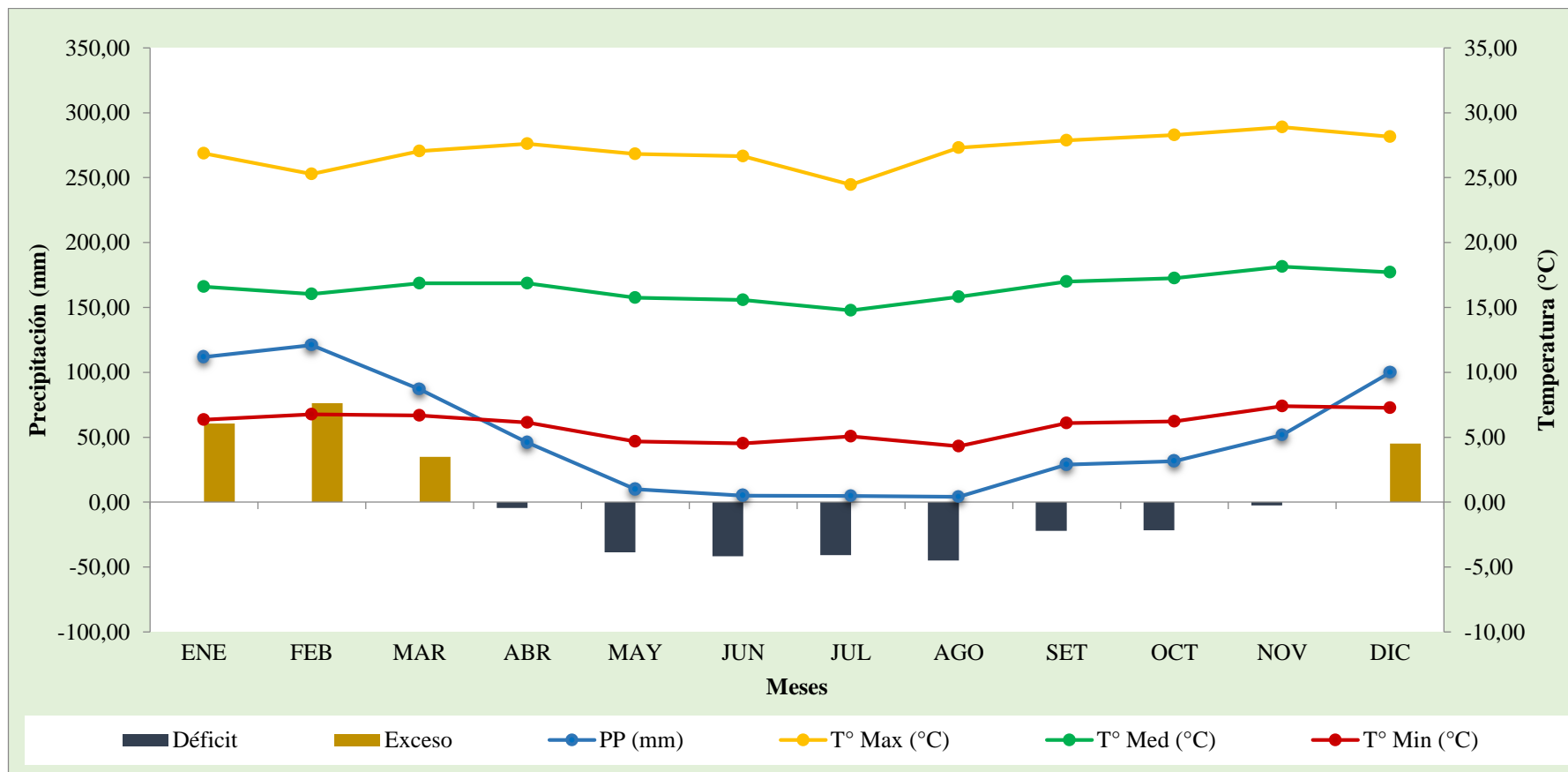
El Vivero Forestal de Pampa del Arco, está ubicado dentro del campus de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, perteneciente a la zona de vida Estepa espinosa – Montano Bajo Subtropical (ee-MBS), según la clasificación de las zonas de vida propuesta por Holdridge (1987); caracterizado por la presencia de un clima semiárido con una vegetación de matorrales espinosos (huarango, opuntias, cabuyas, etc.) y árboles de zonas semiáridas como el molle.



**Figura 2.1.** Ubicación del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga

**Tabla 2.1.** Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a los años 2009 al 2016, de la Estación Meteorológica Pampa del Arco (UNSCH) – Ayacucho.

DESCRIPCIÓN														
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PROM
T° Máxima (°C)	26.9	25.3	27.1	27.6	26.8	26.7	24.5	27.3	27.9	28.3	28.9	28.2		27.1
T° Mínima (°C)	6.4	6.8	6.7	6.1	4.7	4.5	5.1	4.3	6.1	6.2	7.4	7.3		6.0
T° Media (°C)	16.6	16.0	16.9	16.9	15.8	15.6	14.8	15.8	17.0	17.3	18.2	17.7		16.5
Factor	4.96	4.48	4.96	4.8	4.96	4.8	4.96	4.96	4.8	4.96	4.8	4.96		
ETo(mm)	82.367	71.792	83.638	80.940	78.120	74.820	73.219	78.399	81.510	85.560	87.120	87.854	965.34	80.4
Precipitación (mm)	111.9	121.0	87.1	45.9	10.1	5.1	4.9	4.0	28.8	31.6	51.8	99.9	601.93	
ETo Ajust. (mm)	51.359	44.765	52.151	50.469	48.711	46.653	45.655	48.885	50.825	53.350	54.323	54.780		
H del suelo (mm)	60.52	76.20	34.91	-4.57	-38.62	-41.60	-40.79	-44.86	-22.01	-21.74	-2.52	45.09		
Déficit (mm)	---	---	---	-4.569	-38.623	-41.603	-40.792	-44.860	-22.012	-21.737	-2.523	---		
Exceso (mm)	60.516	76.198	34.911	---	---	---	---	---	---	---	---	45.095		



**Figura 2.2.** Temperatura máxima, mínima, media, precipitación y balance hídrico correspondiente a los años 2009 al 2016, de la Estación Meteorológica Pampa del Arco (UNSCH) – Ayacucho.

### 2.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

El clima es semiárido de acuerdo a la pluviometría con una temperatura máxima promedio de 27.1 °C, temperatura mínima promedio 6.0 °C y una temperatura media de 16.5 °C; la precipitación total anual es de 601.93 mm. Presenta dos estaciones una lluviosa, que inicia en diciembre y se prolonga hasta marzo y la época seca que inicia en abril y termina en octubre (ver tabla 2.1 y figura 2.2).

### 2.4. ANÁLISIS DEL SUSTRATO

**Tabla 2.2.** Análisis de caracterización de los sustratos.

MUESTRA	SUSTRATOS				
	S1	S2	S3	S4	
<b>CLASE TEXTURAL</b>	Ao-Fr	Ao-Fr	Org	Org	
<b>pH (H<sub>2</sub>O)</b>	7.16	6.75	6.28	6.47	
<b>C.E. (Ds/m.)</b>	2.940	2.140	3.735	3.643	
<b>CaCO<sub>3</sub> (%)</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	
<b>M.O. (%)</b>	5.45	4.69	11.9	10.8	
<b>Nt (%)</b>	0.27	0.23	0.59	0.54	
<b>ELEMENTOS</b>	<b>P</b>	33.9	32.7	25.0	22.7
<b>DISPONIBLES (ppm)</b>	<b>K</b>	180.6	234.4	575.7	394.3
	<b>Ca<sup>++</sup></b>	7.04	7.08	6.48	6.68
	<b>Mg<sup>++</sup></b>	2.24	2.52	4.52	4.82
<b>CACIONES</b>	<b>K<sup>+</sup></b>	0.93	1.2	2.15	2.02
<b>CAMBIABLES</b>	<b>Na<sup>+</sup></b>	1.04	0.98	1.46	1.32
<b>(Cmol(+)/kg)</b>	<b>Al<sup>+</sup></b>	0.00	0.00	0.00	0.00
	<b>H<sup>+</sup></b>	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>CIC (Cmol(+)/kg)</b>		11.4	12.3	15.8	15.9
<b>DENSIDAD APARENTE (g/cc)</b>		1.25	1.22	0.94	0.96
<b>CAPACIDAD DE CAMPO (%)</b>		40.4	39.2	49.6	51.2
<b>PUNTO DE MARCHITEZ (%)</b>		21.9	21.3	26.9	27.8

Fuente: Programa de Investigación en Pastos y Ganadería "Laboratorio de Suelos y Análisis Foliar" AoFr: Arena Franca; FrAo: Franco Arenoso.

En la tabla 2.2, muestra el análisis de caracterización de los sustratos utilizados, donde se observa que el sustrato S<sub>1</sub> (Tierra negra 50% + arena 33.3% + humus de lombriz

16.7%) presenta una clase textural Arena Franca (Ao- Fr), pH neutro, C.E. muy ligera, materia orgánica alto, fósforo disponible muy alto, potasio disponible alto y baja CIC; el sustrato S<sub>2</sub> (Tierra negra 50% + arena 33.3% + compost 16.7 %) presenta una clase textural Arena Franca (Ao Fr), pH neutro, C.E. muy ligera, materia orgánica alto, fósforo disponible muy alto, potasio disponible muy alto y CIC medio , el sustrato S<sub>3</sub> (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + humus de lombriz 16.7%) presenta una clase textural Orgánico (Org), pH ligeramente ácido, C.E. muy ligera, materia orgánica muy alto, fósforo alto, potasio disponible muy alto y CIC medio y el sustrato S<sub>4</sub> (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + compost 16.7%) presenta una clase textural Orgánico (Org), pH ligeramente ácido, C.E. muy ligera, materia orgánica muy alto, fósforo alto, potasio disponible muy alto y CIC medio. (Tineo *et al.* 2014).

## **2.5. MATERIALES, EQUIPOS Y OTROS**

### **2.5.1. Insumos**

- Semillas de cedro (*Cedrela lilloi*) obtenidos de árboles del distrito de Acosvinchos
- Semillas de fresno (*Fraxinus americana*) obtenidos del laboratorio de Agroforesteria y Ambiente.
- Tierra negra, procedente de Andahuaylas
- Arena fina, procedente de río Muyurina
- Vermiculita
- Humus de lombriz, procedente del Programa de Pastos.
- Compost de residuos de cosecha, procedente del Programa de Pastos.
- Formol (desinfectante de sustrato).
- Cloro (desinfectante de bandejas).
- Cyperklin (insecticida)
- Superaz 54 EC (Fungicida agrícola)
- Karathane (R) (Fungicida - acaricida)

### **2.5.2. Equipos**

- Estufa eléctrica
- Balanza de precisión marca Kitchen
- Cámara digital

### 2.5.3. Herramientas

- Pala
- Pico
- Carretilla Bugui
- Zaranda metálica
- Regadera de 10 litros
- Manguera
- Hoyador
- Mochila fumigadora capacidad 20 Litros
- Bandejas de plástico modelo FORESTRAY 45, 30 cm x 48 cm, con 45 celdas, de 5.5. cm x 6 cm y una altura de 10 cm; con una capacidad de 275.83 cm<sup>3</sup> en volumen.
- Bolsas de polietileno de color negro con dimensiones de 4'' x 7''x 2 mm; con una capacidad de 584.61 cm<sup>3</sup> en volumen.
- Regla graduada de 30 cm
- Vernier

### 2.6. FACTORES EN ESTUDIO

- Dos especies forestales
  - Cedro (*Cedrela lilloi*) (**E<sub>1</sub>**)
  - Fresno (*Fraxinus americana*) (**E<sub>2</sub>**)
- Dos tipos de contenedores
  - Bolsa de polietileno (**C<sub>1</sub>**)
  - Bandejas con celdas fijas (**C<sub>2</sub>**)
- Cuatro tipos de sustratos
  - Tierra negra 50% + arena 33.3% + humus de lombriz 16.7% (**S<sub>1</sub>**)
  - Tierra negra 50% + arena 33.3% + compost 16.7 % (**S<sub>2</sub>**)
  - Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + humus de lombriz 16.7% (**S<sub>3</sub>**)
  - Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + compost 16.7% (**S<sub>4</sub>**)

### 2.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el estudio de la producción de plántones forestales, se utilizó el Diseño experimental de Parcelas Divididas en el Diseño Experimental Completo

Randomizado (DCR) con arreglo factorial con 2 (especies) x 2 (contenedores) x 4 (sustratos) x 3 repeticiones, con 16 tratamientos y 3 repeticiones, constituyendo un total de 48 unidades experimentales. Cada unidad experimental constituida por 5 plantones, totalizando 240 plantones. El modelo aditivo matemático fue el siguiente:

$$X_{IJK} = \mu + e_i + c_j + s_k + (exc)_{ij} + (exs)_{ij} + (cxs)_{ik} + (excxs)_{ijk} + E_{IJKL}$$

Donde:

$X_{IJK}$	:	Observación del i-ésimo especie, j-ésimo contenedor, k-ésimo sustrato y l-ésimo repetición
$\mu$	:	Promedio de las unidades experimentales
$e_i$	:	Efecto del factor especie
$c_j$	:	Efecto del factor contenedor
$s_k$	:	Efecto del factor sustrato
$(exc)_{ij}$	:	Efecto de la interacción de los factores especie y contenedor.
$(exs)_{ij}$	:	Efecto de la interacción de los factores especie y sustrato.
$(cxs)_{ik}$	:	Efecto de la interacción de los factores contenedor y sustrato
$(excxs)_{ijk}$	:	Efecto de la triple interacción de los factores especie, contenedor y sustrato.
$E_{IJKL}$	:	Error experimental

**Sub índice:**

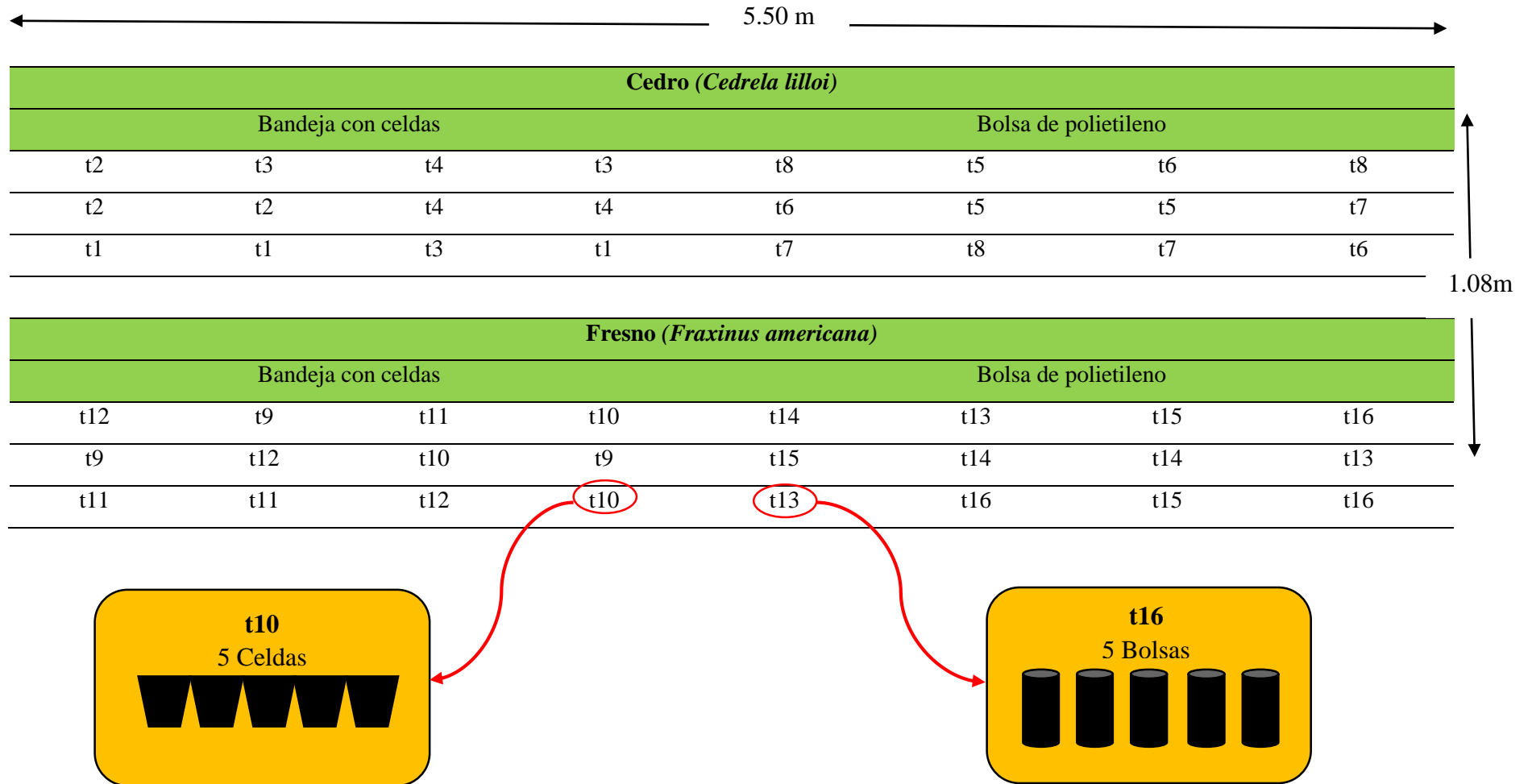
<b>i</b>	:	1, 2 especies
<b>j</b>	:	1, 2 contenedor
<b>k</b>	:	1, 2, 3, 4 sustratos
<b>l</b>	:	1, 2, 3 repeticiones



## 2.8. DISTRIBUCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

**Tabla 2.3.** Descripción de los tratamientos en estudio.

<b>Tratamientos</b>	<b>Especies</b>	<b>Tipos de contenedores</b>	<b>Sustratos</b>
t1	Cedro	Bandeja	Sustrato 1 (tierra negra + arena + humus de lombriz).
t2	Cedro	Bandeja	Sustrato 2 (tierra negra + arena + compost).
t3	Cedro	Bandeja	Sustrato 3 (tierra negra + vermiculita + humus de lombriz).
t4	Cedro	Bandeja	Sustrato 4 (tierra negra + vermiculita + compost).
t5	Cedro	Bolsa	Sustrato 1 (tierra negra + arena + humus de lombriz).
t6	Cedro	Bolsa	Sustrato 2 (tierra negra + arena + compost).
t7	Cedro	Bolsa	Sustrato 3 (tierra negra + vermiculita + humus de lombriz).
t8	Cedro	Bolsa	Sustrato 4 (tierra negra + vermiculita + compost).
t9	Fresno	Bandeja	Sustrato 1 (tierra negra + arena + humus de lombriz).
t10	Fresno	Bandeja	Sustrato 2 (tierra negra + arena + compost).
t11	Fresno	Bandeja	Sustrato 3 (tierra negra + vermiculita + humus de lombriz).
t12	Fresno	Bandeja	Sustrato 4 (tierra negra + vermiculita + compost).
t13	Fresno	Bolsa	Sustrato 1 (tierra negra + arena + humus de lombriz).
t14	Fresno	Bolsa	Sustrato 2 (tierra negra + arena + compost).
t15	Fresno	Bolsa	Sustrato 3 (tierra negra + vermiculita + humus de lombriz).
t16	Fresno	Bolsa	Sustrato 4 (tierra negra + vermiculita + compost).

**Tabla 2.4.** Croquis de la distribución de los tratamientos en estudio.

## **2.9. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**

La evaluación de los parámetros en estudio, se realizó a los 150 días después del repicado; es decir al final del ensayo, considerando que los plantones se encuentran aptos para ser llevado al campo definitivo. Adicionalmente la altura de plantón y diámetro de tallo, se midió cada 15 días después del repique.

### **2.9.1. Altura del plantón (cm)**

Utilizando una regla graduada, se midió la altura de 5 plantones por unidad experimental, desde el cuello hasta el ápice de la planta.

### **2.9.2. Diámetro de tallo del plantón (mm)**

Con la ayuda de una regla vernier, se midió el diámetro del tallo de 5 plantones por unidad experimental a 1 cm de la base del tallo principal (cuello del tallo).

### **2.9.3. Longitud de la raíz del plantón (cm)**

Tomando 5 plantones por cada unidad experimental, con ayuda de regla graduada, se midió en cm desde el cuello de la planta hasta el ápice terminal de la raíz.

### **2.9.4. Peso seco total del plantón (g)**

Recolectada la muestra correspondiente de 5 plantones por cada unidad experimental, previamente picado y depositado en papel Graf, fue llevado a la estufa a una temperatura de 70°C, por un tiempo de 72 horas, hasta obtener un peso constante. El peso final se determinó en (g) utilizando una balanza electrónica.

### **2.9.5. Peso seco de la parte aérea del plantón (g)**

Similar al caso anterior, recolectada la muestra correspondiente de 5 plantones por cada unidad experimental, previamente picado y depositado en papel Graf, fue llevado a la estufa a una temperatura de 70°C, por un tiempo de 72 horas, hasta obtener un peso constante. El peso final se determinó en (g) utilizando una balanza.

### **2.9.6. Peso seco de la raíz del plantón (g)**

Similar a los casos anteriores, recolectada la muestra correspondiente de 5 plantones por cada unidad experimental, previamente picado y depositado en papel Graf, fue

llevado a la estufa a una temperatura de 70°C, por un tiempo de 72 horas, hasta obtener un peso constante. El peso final se determinó en (g) utilizando una balanza.

### **2.9.7. Relación parte aérea/raíz del plantón en seco**

Se evaluó teniendo en cuenta el resultado del peso seco de la parte aérea (g) entre el peso de seco de la raíz (g) de cada unidad experimental.

## **2.10. TRABAJOS PRELIMINARES**

### **2.10.1. Obtención de semillas**

La semilla de cedro (*Cedrela lilloi*), se obtuvo de los árboles del distrito de Acosvinchos con características deseables de producción y crecimiento; y la semilla de fresno (*Fraxinus americana*) es de la colección del laboratorio de Agroforestería y Ambiente, recolectadas de los árboles de la ciudad de Ayacucho.



**Figura 2.3.** Recolección de semillas de cedro (*Cedrela lilloi*) en la distrito de Acosvinchos.

### **2.10.2. Evaluación de calidad de semillas**

Para determinar el análisis de calidad de las semillas de cedro y fresno se realizó el procedimiento de determinación de porcentaje de pureza, porcentaje de germinación y peso de 1000 semillas con el objetivo de determinar la viabilidad de las semillas.

Las semillas fueron remojadas durante 24 horas en agua destilada y puestas en la de la cámara germinadora a 18°C. Actividades que se realizaron en el laboratorio de

Agroforestería y Ambiente, asimismo en el laboratorio de Pastos y Forrajes del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería. Efectuada la prueba de germinación se tuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 2.5.** Número de semillas germinadas.

<b>Especies</b>	<b>Peso de 1000 (g)</b>	<b>Pureza (%)</b>	<b>Germinación (%)</b>
Cedro ( <i>Cedrela lilloi</i> )	32.7	80.07	96
Fresno ( <i>Fraxinus americana</i> )	26.8	89.21	90



**Figura 2.4.** Prueba de germinación de semillas de cedro (*Cedrela lilloi*).

## 2.11. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

### 2.11.1. Cama de almácigo

Se utilizó la cama de almácigo del vivero forestal, cuyas dimensiones son de 1 m de largo x 1 m de ancho, cama a 15 cm por debajo del nivel del suelo, con 10 cm de espesor. Para la cama de almácigo se utilizó arena fina y desinfectada proveniente del río Muyurina. La desinfección de la arena se realizó utilizando formol al 40% en la cantidad de 250 ml/ 15 lt de agua, se desinfectó con una mochila de fumigar la cual se cubrió con un plástico herméticamente durante 24 horas; posterior a ello, se expuso al medio ambiente con riegos frecuentes para lixiviar los residuos. Luego se procedió al nivelado y riego ligero antes de la siembra.

**Tabla 2.6.** Número de semillas instalas en la cama de almácigo.

Especie	Individuos	Peso de 1000 semillas (g)	% Pureza	% G	Valor de uso	Cantidad de semilla (Unidad)	Cantidad de semilla (g)
Cedro	120	32.7	80.07	96	76.87%	157	6.0
Fresno	120	26.8	89.21	90	80.29%	150	5.0

Fuente: Elaboración propia



**Figura 2.5.** Preparación de la cama de almácigo con arena fina.

### 2.11.2. Tratamientos pregerminativos de las semillas

Las semillas de cedro y fresno se remojaron en agua destilada durante 72 horas y se refrigeraron a una temperatura de 4 °C por 3 días para romper la latencia.



**Figura 2.6.** Remojo de semilla de fresno (*Fraxinus americana*) con agua destilada.



### 2.11.3 Almacigado

El almacigado de cedro (*Cedrela lilloi*) y fresno (*Fraxinus americana*) se realizó el 06 de noviembre del 2016, en surcos distanciados a 2 cm por golpe. Luego, se cubrió con arena a una profundidad de dos veces su diámetro; finalmente, se compactaron con la ayuda de una madera para que la arena entre en contacto directo con las semillas, de manera que soporten los riegos y no afloren. El tinglado fue a base de carrizo, que permitió el paso del 50% de la luz solar y mantuvo la humedad. El riego se realizó con una regadora de 10 Lt 24 horas antes de la siembra e inmediatamente después de esta labor, se trató de mantener la arena de la cama de almácigo a capacidad de campo.



**Figura 2.7.** Siembra de las semillas de cedro (*Cedrela lilloi*) y fresno (*Fraxinus americana*).

### 2.11.4. Preparación del sustrato

Se inició con el zarandeo de la tierra negra, por medio de una malla de  $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$ ", con el objetivo de limpiar impurezas; posteriormente se prepararon las proporciones volumétricas de los sustratos a evaluar tal como se describe en el tabla 2.7. Se mezclaron completamente con la ayuda de un balde pequeño, con capacidad de 4 Litros equivalente a  $4 \text{ dm}^3$ , con la cual se logró tarar lo componentes de los sustratos, se describen en el tabla 2.8. La desinfección del sustrato se llevó a cabo utilizando 150 ml de formol en 9 litros de agua, luego se cubrió con plástico herméticamente durante 48 horas y posteriormente se dejó airear por un tiempo de 48 horas. Se desinfectaron los contenedores con 20 ml cloro en 15 lt de agua, enseguida se dejó secar los contenedores para su uso posterior.

**Tabla 2.7.** Cantidad de sustrato requerido en volumen (dm<sup>3</sup>).

Mezclas	Sustratos (dm <sup>3</sup> )					TOTAL (dm <sup>3</sup> )
	T. NEGRA	ARENA	VERMICULITA	HUMUS	COMPOST	
S1	12	8	0	4	0	24
S2	12	8	0	0	4	24
S3	12	0	8	4	0	24
S4	12	0	8	0	4	24
<b>Total (dm<sup>3</sup>)</b>	48	16	16	8	8	96

**Tabla 2.8.** Cantidad de sustrato requerido en unidad de balde (4 dm<sup>3</sup>).

Mezclas	Sustratos (balde = 4 dm <sup>3</sup> )					TOTAL (balde = 4 dm <sup>3</sup> )
	T. NEGRA	ARENA	VERMICULITA	HUMUS	COMPOST	
S1	3.00	2.00	0.00	1.00	0.00	6.0
S2	3.00	2.00	0.00	0.00	1.00	6.0
S3	3.00	0.00	2.00	1.00	0.00	6.0
S4	3.00	0.00	2.00	0.00	1.00	6.0
<b>Total(Lt)</b>	12.00	4.00	4.00	2.00	2.00	24.00

**Figura 2.8.** Mezcla de los componentes para preparar los sustratos.

### 2.11.5. Embolsado y llenado de bandejas

Se llenaron las bolsas y bandejas con los sustratos procurando no compactarlas demasiado. Se utilizaron 120 bolsas de polietileno y 8 bandejas con 45 celdas fijas, de las cuales se utilizarán 120 celdas. Posteriormente las bolsas y bandejas se colocaron en la cama de crianza.





**Figura 2.9.** Incorporación de sustratos en las bolsas de polietileno y bandejas.

### 2.11.6. Repicado

El repicado se realizó el 13 de diciembre del 2016. La extracción de plántulas de la cama de almácigo se realizó regadas 24 horas antes. Una vez extraídas las plántulas, se efectuó la selección y poda de las raíces. El traslado se realizó con la ayuda de un balde pequeño (4 Lt) con agua. Con la ayuda de un hoyador calibrado a 2 centímetros se realizó un hoyo en el centro de las bolsas y bandejas con sustrato, en ésta se colocó la plántula a nivel del cuello, sin doblar las raíces. Procediéndose luego a llenar el hoyo con el sustrato húmedo, presionando al sustrato alrededor de la plántula para que entren las raíces en contacto directo. Finalmente, se aplicó riego ligero. En la cama de crianza, permanecieron hasta los 150 días.

- El cedro (*Cedrela lilloi*) se repicó con una altura de tallo de 2 a 3 cm y con 2 a 3 pares de hojas verdaderas.
- El fresno (*Fraxinus americana*) se repicó con una altura de tallo promedio de 2.5 cm y con 2 a 3 pares de hojas verdaderas.



**Figura 2.10.** Apertura de hoyos en las bolsas y bandejas con un repicador.

### 2.11.7. Riegos

Los riegos fueron realizados oportunamente en función a la humedad del sustrato a capacidad de campo; siendo por las mañanas, con una frecuencia de riego de 2 días, utilizando regadora de 10 litros de capacidad. Dos semanas antes de concluir el ensayo se disminuyó la cantidad de agua para que el tallo se lignifique.



**Figura 2.11.** Riego después del repicado; y antes de realizar la evaluación.

### 2.11.8. Deshierbo

Se realizaron cada vez que se observaba la presencia de malezas, evitando de esta manera la competencia por agua, luz y nutrientes con los plantones de cedro y fresno.

### 2.11.9. Control fitosanitario

Para el control de grillos, langostas y caracoles se colocó un plástico de 6 m de largo por 1.20 m de ancho por 3 mm de espesor, alrededor de la cama de crianza y a los 15 días se aplicó de manera preventiva Cyperklin (insecticida) a una dosis de 22 ml/mochila de 15 litros.



**Figura 2.12.** Control fitosanitario con Superaz 54 EC (Fungicida agrícola).

Se observó en plántones de fresno en bandejas y bolsas presencia del hongo *Plagiostroma fraxini*, para su control se aplicó Superaz 45 EC (Fungicida agrícola), en una dosis de 25 ml/ mochila de 20 litros. Volviendo aplicar a los 15 días.

Para el control de la araña roja (*Tetranychus urticae*) se realizó con Karathane (R) (fungicida acaricida) con una dosis de 1.5 ml/2 litros de agua, se aplicó con un pulverizador de mano directamente en las hojas de los plántones de fresno y cedro, específicamente en el envés de la hoja.

## **2.12. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y OTROS CÁLCULOS**

Los análisis estadísticos consistieron en:

- ✓ El análisis de variancia de los parámetros en evaluación se realizó con el Diseño experimental de Parcelas divididas en el diseño Completo Randomizado (DCR) con arreglo factorial 2 x 2 x 4 (especies, contenedores y sustratos) con 3 repeticiones. Y con la significación estadística obtenida, se procedió a aplicación de la prueba de Tukey con un nivel de significación de 5 % (P=0.05).

### **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La interpretación y su respectiva discusión de los resultados, se efectuaron de acuerdo a la información obtenida de los siguientes parámetros en estudio.

- Altura de plantón (cm) : Y1
- Diámetro de tallo (mm) : Y2
- Longitud de la raíz (cm) : Y3
- Peso seco total del plantón (g) : Y4
- Peso seco de la parte aérea (g) : Y5
- Peso seco de la raíz (g) : Y6
- Relación parte aérea/raíz : Y7

**Tabla 3.1.** Cuadrados medios del ANVA para los parámetros de evaluación en el crecimiento y desarrollo de plantones.

Fuente	GL	Cuadrados Medios						
		Altura de plantón	Diámetro de tallo	Longitud de raíz	Peso seco del plantón	Peso seco de la parte aérea del plantón	Peso seco de la raíz	Relación parte aérea/ raíz
<b>Especies (E)</b>	1	237.19 *	4.09 **	72.02 NS	10.86 **	0.91 **	5.47 **	8.59 **
<b>Error (a)</b>	4	12.23	0.03	14.8	0.07	0.03	0.02	0.06
<b>Contenedores (C)</b>	1	2153.38 **	14.89 **	2006.35 **	122.28 **	50.59 **	15.56 **	1.45 **
<b>Sustratos (S)</b>	3	5.62 NS	1.27 **	46.95 *	4.86 **	1.52 **	0.98 **	0.27 NS
<b>E x C</b>	1	68.08 **	0.27 NS	68.16 *	6.84 **	2.07 **	1.39 **	0.27 NS
<b>E x S</b>	3	18.33 NS	0.20 NS	3.74 NS	0.33 NS	0.15 NS	0.04 NS	0.12 NS
<b>C x S</b>	3	13.72 NS	0.79 **	28.91 NS	3.17 **	1.07 **	0.57 **	0.03 NS
<b>E x C x S</b>	3	3.92 NS	0.04 NS	5.27 NS	0.22 NS	0.04 NS	0.08 NS	0.13 NS
<b>Error (b)</b>	28	8.51	0.14	10.96	0.29	0.11	0.08	0.11
<b>Total</b>	47							
<b>CV</b>		14.33	7.56	23.24	16.41	16.88	21.44	20.19

### 3.1. ALTURA DE PLANTÓN

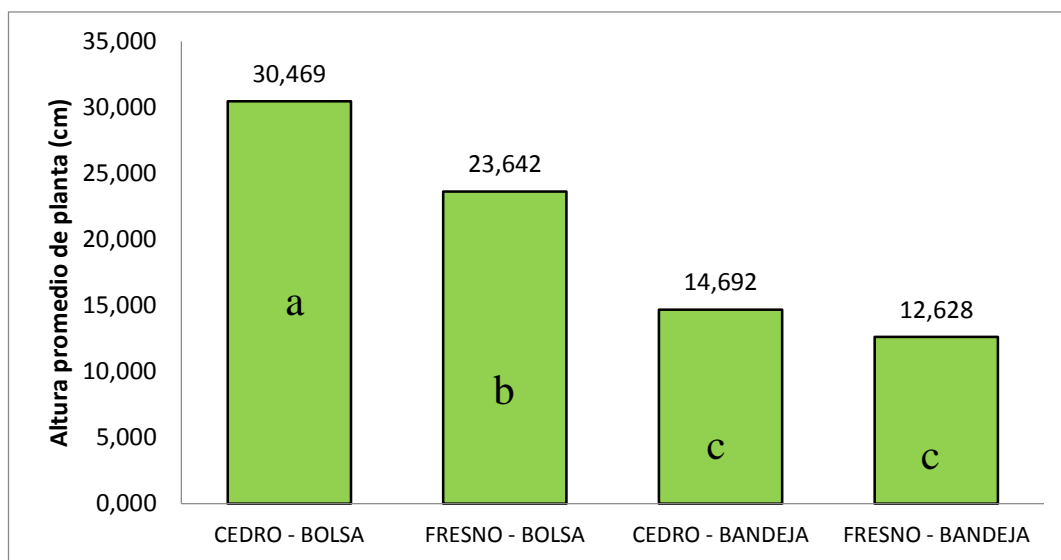
En el presente trabajo de investigación para la altura de plantón, según el ANVA, tabla 3.1, con un coeficiente de variabilidad de 14.33%, se ha encontrado diferencia estadística significativa para el efecto principal especies, y altamente significativa en los contenedores y en la interacción especies por contenedores.

**Tabla 3.2.** Análisis de Variancia para las interacciones entre especies y contenedores en la altura de plantón (cm).

F.V.	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Especies en bandeja	1	25.56	25.56	3.00	0.0941NS
Especies en bolsa	1	279.71	279.71	32.88	0.0001**
Contenedores en Cedro	1	1493.63	1493.63	175.55	0.0001**
Contenedores en Fresno	1	727.83	727.83	85.54	0.0001**

Efectuado el ANVA, tabla 3.2, para las interacciones entre especies y contenedores en la altura de plantón, se observa una diferencia estadística altamente significativa en las interacciones especies en bolsa, contenedores en cedro y contenedores en fresno; es decir, los plantones de cedro y fresno establecidas en el mismo tipo de contenedor (bolsa) muestran diferentes respuestas debido a su potencial genético de las especies; y en el caso de los contenedores bandeja y bolsa muestran diferentes respuestas tanto en los plantones de cedro como fresno; debido al volumen del sustrato; ya que la bandeja contiene en promedio 275.83 cm<sup>3</sup> de sustrato y la bolsa 584.61 cm<sup>3</sup>.

Para una mayor discusión de la diferencia estadística altamente significativa de las interacciones se realizó la prueba de contraste de “Tukey”, que se presentan a continuación.



**Figura 3.1.** Prueba de Tukey ( $P = 0.05$ ) de la interacción especies por contenedores en la altura de plantón (cm).

Según la prueba de contraste de Tukey, figura 3.1, el más alto crecimiento en altura de plantón, reportan los plántones de cedro establecidos en bolsas con 30.47 cm en promedio y el más bajo los plántones de fresno establecidos en bandejas con 12.63 cm en promedio; observando la clara influencia del potencial genético de las especies y el volumen de sustrato en el crecimiento de la planta, es decir por las condiciones dadas por el contenedor; Negreros *et al.*, (2010) mencionan que el potencial genético específico de cada especie, influye en el crecimiento de la altura de la planta.

**Tabla 3.3.** Prueba de Tukey ( $P= 0.05$ ) para los efectos simples de especies por contenedores en altura de plantón (cm).

Fuente de Variación	Combinación	Promedio (cm)	Categorías
Especies en bandeja	Cedro en bandeja	14.69	a
	Fresno en bandeja	12.63	a
Especies en bolsa	Cedro en bolsa	30.47	a
	Fresno en bolsa	23.64	b
Contenedores en cedro	Bolsa en cedro	30.47	a
	Bandeja en cedro	14.69	b
Contenedores en fresno	Bolsa en fresno	23.64	a
	Bandeja en fresno	12.63	b

En la tabla 3.3, se observa, que la altura de plantón de cedro y fresno establecidos en bandejas, no muestra diferencia estadística entre las especies; es decir, el potencial genético no influye en la altura del plantón cuando se propaga cedro y fresno en bandejas. Y mientras cuando se propaga en bolsa, si influye, siendo el cedro el que alcanza un mayor crecimiento en altura de plantón.

Comparado los contenedores de bandeja y bolsa para una misma especie, se observa que los plantones establecidos en bolsas alcanzaron mayor altura que los establecidos en bandejas; confirmando que el volumen de sustrato influye directamente en la altura del plantón; porque la bolsa contiene mayor volumen de sustrato y en consecuencia mayor contenido nutricional, en comparación con la de bandeja.

Al respecto Quiroz *et al.* (2009) mencionan que el tamaño del contenedor tiene una correlación directa con los parámetros morfológicos de las plantas a producir. A mayor volumen del contenedor, se obtendrán valores superiores de altura de la planta.

Montoya y Camara (1996) citado por Quiquin (2008) indican que el mayor tamaño del plánton y el crecimiento más rápido, se debe al mayor volumen del contenedor. El mayor crecimiento, facilita el aumento del nivel de reservas de la planta y el aumento de su capacidad fotosintética, ambas características tiene relación directa con la supervivencia, y sobre todo, con el crecimiento de los plantones durante su período de establecimiento en el campo definitivo.

### **3.2. DIÁMETRO DE TALLO**

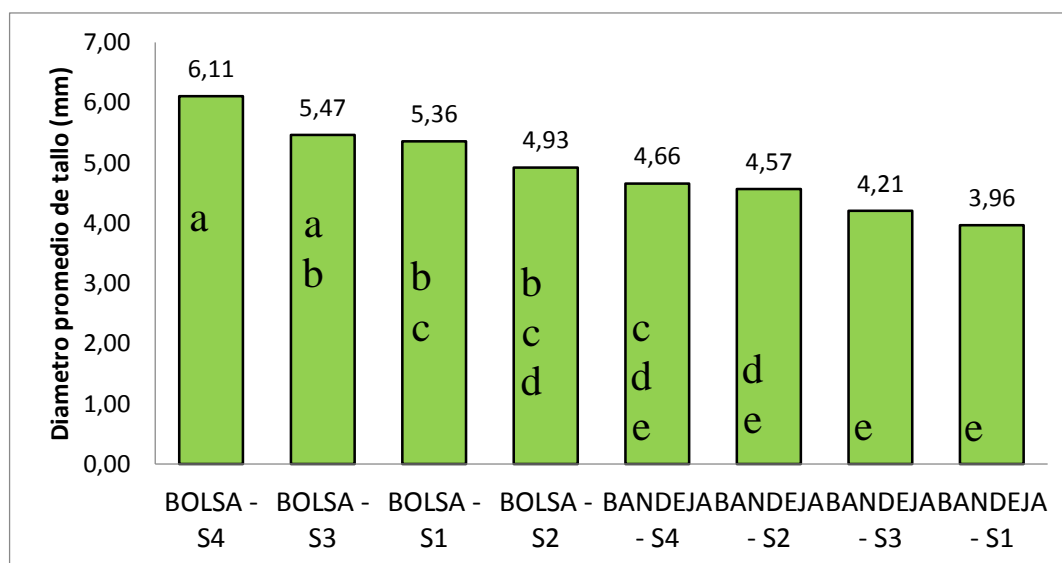
Efectuado el ANVA, tabla 3.1, con un coeficiente de variabilidad de 7.56%, para el diámetro de tallo, existe diferencia estadística altamente significativo en los efectos principales especies, contenedores y sustratos, asimismo en la interacción contenedores por sustratos.



**Tabla 3.4.** Análisis de Variancia para las interacciones entre contenedores y sustratos en el diámetro de tallo del plantón (mm).

F.V.	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Contenedores en S1	1	5.84	5.84	42.39	<0.0001**
Contenedores en S2	1	0.38	0.38	2.76	0.1076NS
Contenedores en S3	1	4.75	4.75	34.46	<0.0001**
Contenedores en S4	1	6.28	6.28	45.63	<0.0001**
Sustratos en Bandeja	3	1.88	0.63	4.55	0.0102*
Sustratos en Bolsa	3	4.29	1.43	10.38	<0.0001**

En la tabla 3.4, se observa una diferencia estadística altamente significativa en las interacciones contenedores en S1 (Tierra negra 50% + arena 33.3% + humus de lombriz 16.7%), en S3 (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + humus de lombriz 16.7%) y en S4 (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + compost 16.7%); cuyo resultado indica, que el volumen del sustrato influye en el diámetro de tallo del plantón; porque a diferentes contenedores en un mismo sustrato existen respuestas estadísticamente diferentes. Al comparar los sustratos en un mismo contenedor, existen diferencias estadísticas entre los sustratos; es decir, los tipos de sustratos influyen en el incremento del diámetro del tallo del plantón.



**Figura 3.2.** Prueba de Tukey (P = 0.05) de la interacción contenedores por sustratos en el diámetro de tallo del plantón (mm).

En la figura 3.2, se puede notar que el mayor diámetro de tallo del plantón, reportan las plantones establecidas en bolsas con el S4 (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + compost 16.7%) con 6.11 mm en promedio; y el menor diámetro, los plantones establecidos en bandejas con el S1 (Tierra negra 50% + arena 33.3% + humus de lombriz 16.7%) con 3.96 mm en promedio.

Al respecto González (1996) citado por Bruamscha *et al.* (2012) menciona que la profundidad del contenedor tiene una fuerte incidencia en el crecimiento del diámetro del cuello de las plantas. Viel (1997) afirma que mientras más profundo es el contenedor, mayor es el crecimiento en diámetro del cuello de las plantas.

Rivera (2005) menciona que la incorporación de compost en los sustratos, influye sobre la presencia de macroporos en menor cantidad, donde se manifiesta la importancia del agua para el crecimiento y desarrollo de los plantones. Asimismo el compuesto orgánico compost contiene una buena cantidad de macro y micronutrientes disponibles e indispensables para el crecimiento y desarrollo de los plantones, además por su contenido de enzimas, hormonas, microorganismo y el contenido de coloides en buena cantidad para mantener la solución del suelo por mayor tiempo a disposición de los plantones. Girón (1991) citado por Rivera (2005) indica además de suministrar micro y macronutrientes disponibles para los plantones, la materia orgánica, tiene la capacidad de absorber agua hasta el 90 % de su peso total, manteniendo en reserva por mayor tiempo.

En la tabla 3.5, evaluado el diámetro de tallo del plantón de cedro y fresno establecidos en bandejas y bolsas en los sustratos S1, S3 y S4, se observa que existe diferencia estadística entre bandejas y bolsas; siendo las bolsas, quien proporciona mejores condiciones para un mayor incremento del diámetro del tallo; debido a la disponibilidad de espacio y volumen de sustrato, por ser en mayor cantidad en comparación con las bandejas.

**Tabla 3.5.** Prueba de Tukey (P= 0.05) para los efectos simples de contenedores por sustratos en el diámetro de tallo del plantón (mm).

Fuente de Variación	Combinación	Promedio (cm)	Categorías
Contenedores en S1	Bolsa en S1	5.36	a
	Bandeja en S1	3.96	b
Contenedores en S2	Bolsa en S2	4.93	a
	Bandeja en S2	4.57	a
Contenedores en S3	Bolsa en S3	5.47	a
	Bandeja en S3	4.21	b
Contenedores en S4	Bolsa en S4	6.11	a
	Bandeja en S4	4.66	b
Sustratos en bandeja	S4 en Bandeja	4.66	a
	S2 en Bandeja	4.57	a
	S3 en Bandeja	4.21	a - b
	S1 en Bandeja	3.96	b
Sustratos en bolsa	S4 en Bolsa	6.11	a
	S3 en Bolsa	5.47	b
	S1 en Bolsa	5.36	b
	S2 en Bolsa	4.93	b

Comparado los sustratos en bandejas, se observa que los plantones establecidos en el S4, alcanzan el mayor diámetro de tallo a diferencia a los establecidos en el S1; debido a que el crecimiento del plantón está influenciado por las condiciones del sustrato, en disponibilidad de nutrientes, agua y espacios porosos; ambos sustratos contienen la misma proporción de tierra negra, sin embargo el S4 al contener vermiculita y compost tiene mayor capacidad de adsorción de cationes e intercambio catiónico de 15.9 Cmol(+)/kg a diferencia del S1 que contiene arena y humus de lombriz con 11.4 Cmol(+)/kg de capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.). También se ha notado, que el S4 tiene mayor retención de agua capilar con 51.2 % de capacidad de campo (CC) y mayor espacio poroso con una densidad aparente (Da) de 0.96 g/cc, mientras que el S1 tiene 40.4 % de CC y 1.25 g/cc, precisando que a mayor densidad aparente menor es el espacio poroso.

### 3.3. LONGITUD DE RAÍZ DEL PLANTÓN

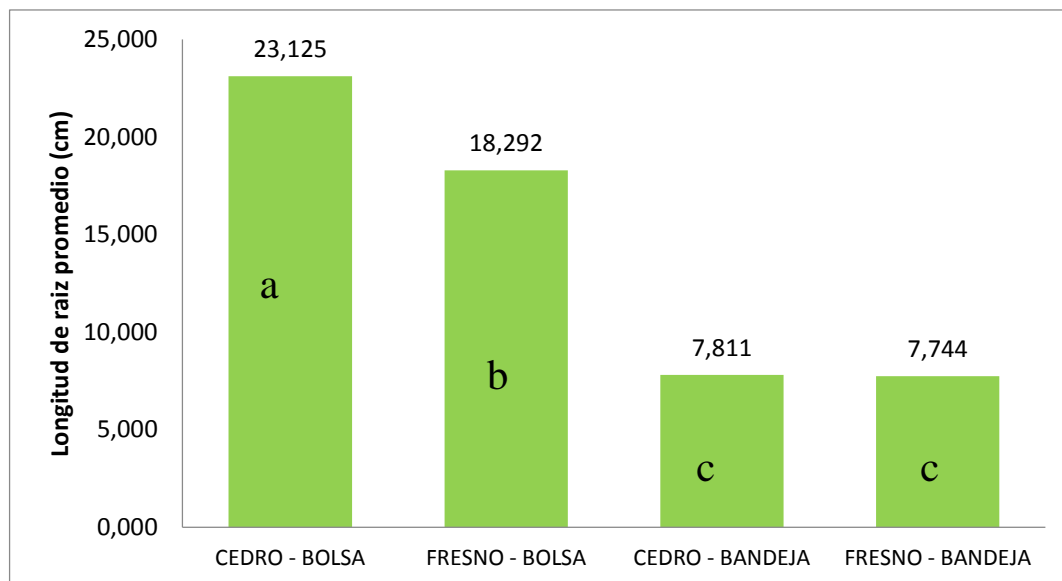
Según el ANVA, tabla 3.1, con un coeficiente de variabilidad de 23.24 %, para la longitud de raíz, se ha encontrado diferencia estadística altamente significativa para el efecto principal contenedores, y significativa para los sustratos, así como para la interacción especies por contenedores.

**Tabla 3.6.** Análisis de Variancia para las interacciones entre especies y contenedores en la longitud de raíz del plantón (cm).

F.V.	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Especies en Bandeja	1	0.03	0.03	0.00	0.9610NS
Especies en bolsa	1	140.15	140.15	12.79	0.0013**
Contenedores en Cedro	1	1407.04	1407.04	128.38	<0.0001**
Contenedores en Fresno	1	667.46	667.46	60.90	<0.0001**

En la tabla 3.6, se observa diferencia estadística altamente significativa en las interacciones especies en bolsa, contenedores en cedro y fresno; afirmando que existe influencia del potencial genético y del volumen del sustrato en el crecimiento de la longitud de raíz del plantón; porque, a diferentes especies en un mismo contenedor (bolsa) y a diferentes contenedores en una misma especie existen respuestas estadísticamente diferentes.

Según la prueba de contraste de “Tukey”, figura 3.3, el más alto crecimiento en longitud de raíz, reportan los plantones de cedro establecidos en bolsas con 23.13 cm en promedio, y el más bajo los plantones de fresno establecidos en bandejas con 7.74 cm en promedio. Similar a la altura del plantón, existe la influencia del potencial genético de la especie y el volumen de sustrato en el crecimiento de la raíz.



**Figura 3.3.** Prueba de Tukey ( $P = 0.05$ ) de la interacción especies por contenedores en la longitud de raíz del plantón (cm).

Al respecto Rivera (2005) citado por Quiquin (2008) indica que la mayoría de los contenedores, están diseñados para formar un buen sistema radicular. Por tanto el tamaño del contenedor es el factor que influye directamente sobre la formación del sistema radicular y constituyen la superficie más efectiva para absorber agua y nutrientes del suelo.

Montoya y Camara (1996) citado por Rivera (2005) menciona que el volumen del contenedor no es el único dato a tener en cuenta; la profundidad que pueda permitir alcanzar el sistema radical es también destacable. Esta profundidad debe ser mayor, para favorecer el crecimiento pivotante del sistema.

**Tabla 3.7.** Prueba de Tukey (P= 0.05) para los efectos simples de especies por contenedores en la longitud de raíz del plantón (cm).

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Combinación</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Categorías</b>
Especies en bandeja	Cedro en Bandeja	7.81	a
	Fresno en Bandeja	7.74	a
Especies en bolsa	Cedro en Bolsa	23.12	a
	Fresno en Bolsa	18.29	b
Contenedores en cedro	Bolsa en Cedro	23.12	a
	Bandeja en Cedro	7.81	b
Contenedores en fresno	Bolsa en Fresno	18.29	a
	Bandeja en Fresno	7.74	b

Según la tabla 3.7, comparado los plantones de las especies de cedro y fresno establecidos en bandejas no existe diferencia estadística, mientras comparados en bolsa existe diferencia estadística; lo que significa, que las condiciones dadas por las bandejas no permiten la expresión del potencial genético en el crecimiento de la raíz; porque, el volumen de sustrato en las bandejas es menor que en bolsas; debido a que la profundidad del sustrato en las bandejas fue de 8 cm en promedio, mientras en las bolsas 15 cm. Siendo las bandejas un medio donde el crecimiento del sistema radicular es menor a comparación de las bolsas; condicionando de esta manera un menor crecimiento de la longitud de la raíz, menor capacidad de absorción de nutrientes y agua; ocasionando problemas de deficiencia de nutrientes y por ende la presencia del daño de plagas y enfermedades por arañita roja (*Tetranychus urticae*) y el hongo (*Plagiostroma fraxini*) en el fresno. Como se observa en las figuras 3.4 y 3.5.



**Figura 3.4.** Daño por arañita roja (*Tetranychus urticae*).



**Figura 3.5.** Daño por hongo (*Plagiostroma fraxini*).

Comparado los contenedores de bandeja y bolsa para ambas especies, se observa que las bolsas dan mejores condiciones para un mayor crecimiento de la raíz; por tener mayor volumen de sustrato y profundidad. Siendo en las bolsas, la longitud de raíz del plantón de una categoría superior al de las bandejas.

Según Gonzales (1995), citado por Diaz *et al.* (2013), indica que cuanto más grande es el sistema radicular de la planta, más puntos de crecimiento tendrán y habrá una mayor capacidad de explorar el sustrato para captar nutrientes.

### 3.4. PESO SECO TOTAL DEL PLANTÓN

Realizado el ANVA, tabla 3.1, con un coeficiente de variabilidad de 16.41 %, para el peso seco total del plantón (parte aérea + raíz), se observa que existe una diferencia estadística altamente significativa en los efectos principales especies, contenedores y sustratos, como también en las interacciones especies por contenedores y contenedores por sustratos.

**Tabla 3.8.** Análisis de Variancia para las interacciones especies por contenedores y contenedores por sustratos en el peso seco total del plantón (g).

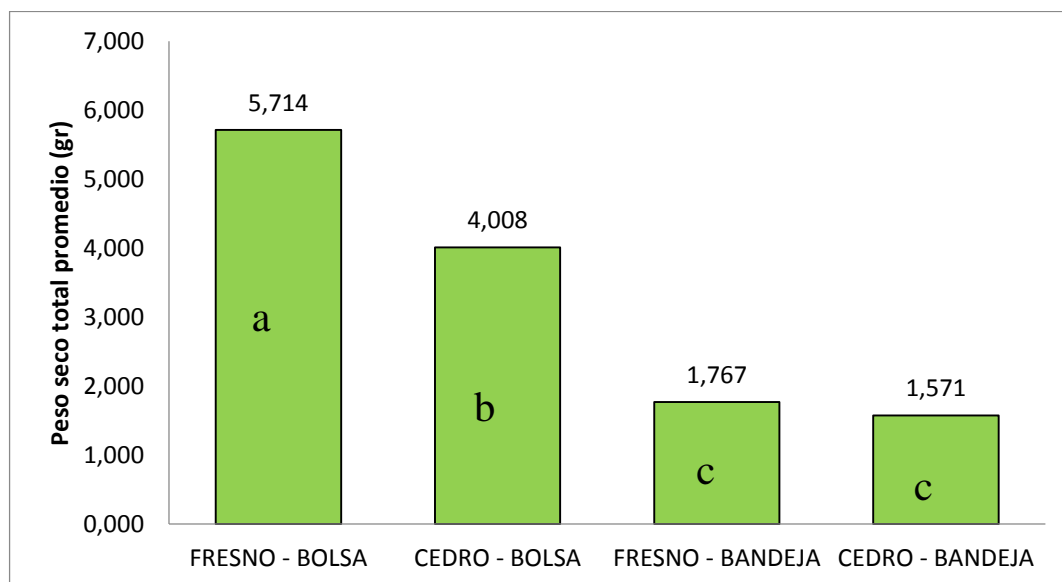
F.V.	GL	SC	CM	FC	Pr > F
Especies en Bandeja	1	0.23	0.23	0.80	0.3776NS
Especies en Bolsa	1	17.46	17.46	60.83	<0.0001**
Contenedores en Cedro	1	35.64	35.64	124.13	<0.0001**
Contenedores en Fresno	1	93.48	93.48	325.58	<0.0001**
Contenedores en S1	1	33.46	33.46	116.52	<0.0001**
Contenedores en S2	1	9.80	9.80	34.13	<0.0001**
Contenedores en S3	1	33.22	33.22	115.71	<0.0001**
Contenedores en S4	1	55.33	55.33	192.69	<0.0001**
Sustratos en Bandeja	3	2.61	0.87	3.03	0.0458*
Sustratos en Bolsa	3	21.49	7.16	24.95	<0.0001**

En la tabla 3.8, se observa diferencia estadística altamente significativa en las interacciones especies en bolsa, contenedores en cedro y fresno, contenedores en S1 (Tierra negra 50% + arena 33.3% + humus de lombriz 16.7%), en S2 (Tierra negra 50% + arena 33.3% + compost 16.7%), contenedores en S3 (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + humus de lombriz 16.7%) y en S4 (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + compost 16.7%); como también sustratos en bolsa y con diferencia estadística significativa en sustrato en bandeja.

Resultando que demuestra, la influencia del potencial genético de las especies, en la acumulación de peso seco total, cuando el contenedor da las condiciones de mayor volumen y profundidad de sustrato, como es el caso de las bolsas. Asimismo existe

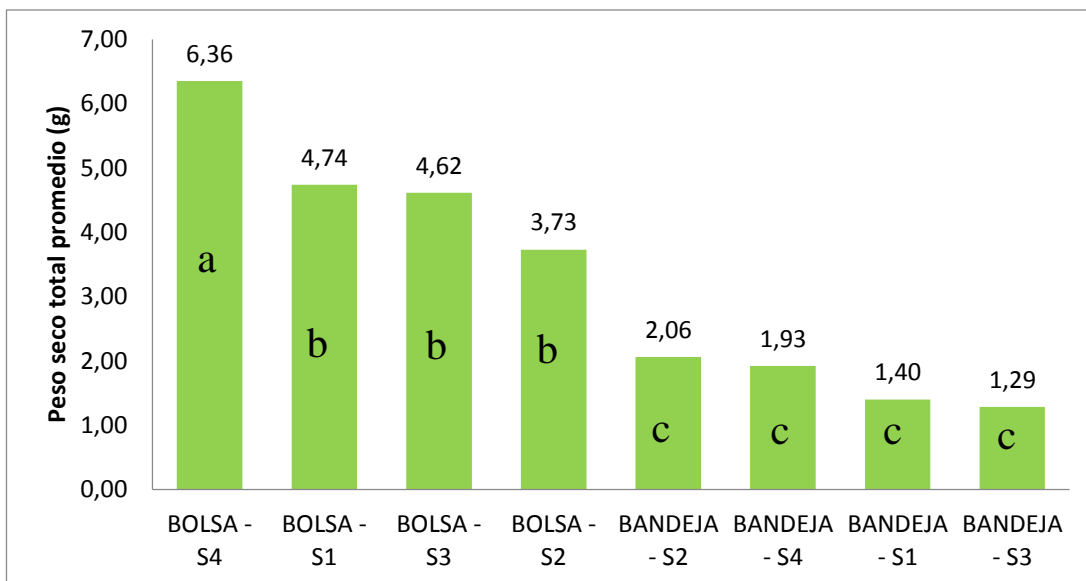


una influencia directa en el peso seco total del plantón por los factores de la capacidad del contenedor en volumen y profundidad de sustrato, y la calidad del sustrato.



**Figura 3.6.** Prueba de Tukey ( $P = 0.05$ ) de la interacción especies por contenedores en el peso seco total del plantón (g).

En la figura 3.6, se puede notar que el más alto promedio de peso seco total, reportan los plantones de fresno establecidos en bolsas con 5.71 g en promedio y el más bajo, los plantones de cedro establecidos en bandejas con 1.57 g en promedio. Resultando que demuestra el más alto rendimiento en peso seco total, alcanzan los plantones de fresno y el más bajo los de cedro; contrario a los resultado obtenidos para la altura del plantón, como se observa en el figura 3.1; este resultado indica, que los plantones de cedro crecieron más que los de fresno; siendo plantones más suculentos, es decir acumulando más agua y menor peso seco.



**Figura 3.7.** Prueba de Tukey ( $P = 0.05$ ) de la interacción contenedores por sustratos en el peso seco total del plantón (g).

En la figura 3.7, se puede notar que el más alto promedio es 6.36 g de peso seco total, reportado por los plantones establecidos en bolsas con S4 (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + compost 16.7%) y el más bajo por las bandejas en S3 (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + humus de lombriz 16.7%), con 1.29 g.

Afirmando una influencia directa del volumen y profundidad del sustrato en el rendimiento de peso seco total; porque la bolsa proporciona mejores condiciones para una mayor acumulación de peso seco total.

**Tabla 3.9.** Prueba de Tukey ( $P= 0.05$ ) para los efectos simples de especies por contenedores y contenedores por sustratos en el peso seco total del plánton (g).

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Combinación</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Categorías</b>
Especies en bandeja	Fresno en Bandeja	1.77	a
	Cedro en Bandeja	1.57	a
Especies en bolsa	Fresno en Bolsa	5.71	a
	Cedro en Bolsa	4.01	b
Contenedores en cedro	Bolsa en Cedro	4.01	a
	Bandeja en Cedro	1.57	b
Contenedores en fresno	Bolsa en Fresno	5.71	a
	Bandeja en Fresno	1.77	b
Contenedores en S1	Bolsa en S1	4.74	a
	Bandeja en S1	1.40	b
Contenedores en S2	Bolsa en S2	3.73	a
	Bandeja en S2	1.93	b
Contenedores en S3	Bolsa en S3	4.62	a
	Bandeja en S3	1.29	b
Contenedores en S4	Bolsa en S4	6.36	a
	Bandeja en S4	2.06	b
Sustratos en bandeja	S4 en Bandeja	2.06	a
	S2 en Bandeja	1.93	a
	S1 en Bandeja	1.40	a
	S3 en Bandeja	1.29	a
Sustratos en bolsa	S4 en Bolsa	6.36	a
	S1 en Bolsa	4.74	b
	S3 en Bolsa	4.62	b
	S2 en Bolsa	3.73	c

En la tabla 3.9, comparado las bandejas y bolsas en una misma especie cedro y fresno; se observa que la bolsa proporciona mejores condiciones para la mayor acumulación

de peso seco total en comparación a la bandeja; asimismo obteniendo similar resultado, cuando se compara contenedores (bandejas y bolsas) en un mismo sustrato.

Al comparar el efecto de los sustratos, en peso seco de los plántones de cedro y fresno contenidos solo en bandejas, observamos que no existe diferencia estadística; es decir, los sustratos dan las mismas respuestas estadísticamente. Este resultado demuestra que las bandejas no permiten la expresión de la calidad del sustrato, en el rendimiento de peso seco total del plánton; debido al menor volumen y profundidad del mismo, en comparación de las bolsas. Y cuando comparamos los sustratos en las bolsas, se observa que el S4 (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + compost 16.7%), permite la mayor acumulación de peso seco total de plántones de cedro y fresno, a diferencia del S2 (Tierra negra 50% + arena 33.3% + compost 16.7%); debido a que el desarrollo y crecimiento del plánton está influenciado por las condiciones del volumen y profundidad del sustrato en disponibilidad de nutrientes, agua y espacios porosos. Ambos sustratos contienen la misma proporción de tierra negra, sin embargo, el S4 al contener vermiculita y compost tiene una mayor capacidad de intercambio catiónico (CIC) de 15.9 Cmol(+)/kg, mayor retención de agua capilar con 51.2 % de capacidad de campo (CC) y mayor espacio poroso con una densidad aparente ( $D_a$ ) de 0.96 g/cc; brindando al plánton una mayor disponibilidad de nutrientes, agua y oxigenación del sistema radicular, resultando un buen balance entre fotosíntesis y respiración para la acumulación de peso seco total; mientras que el S2 al contener arena y compost presenta 12.3 Cmol(+)/kg de CIC, 39.2 % de CC y 1.22 g/cc de densidad aparente; proporcionan menores condiciones para la acumulación de peso seco total. Al respecto Camarena *et al.* (2009) mencionan que el crecimiento y desarrollo de una planta es el proceso de acumulación de peso seco como resultado del balance que se establece entre las fotosíntesis y la respiración.

Muñoz (2007) según resultado de su investigación, indica que los tratamientos con vermiculita obtuvieron un mayor crecimiento en altura total, materia seca de la parte aérea, raíz y total. Citando también a Olivo y Buduva (2006) quienes afirman que los sustratos orgánicos mezclados con vermiculita desarrollan mejores plantas tanto en altura como en materia seca; ya que contienen una alta capacidad de retención de humedad, buena aireación y oxigenación de raíces.

### 3.5. PESO SECO DE LA PARTE AÉREA DEL PLANTÓN

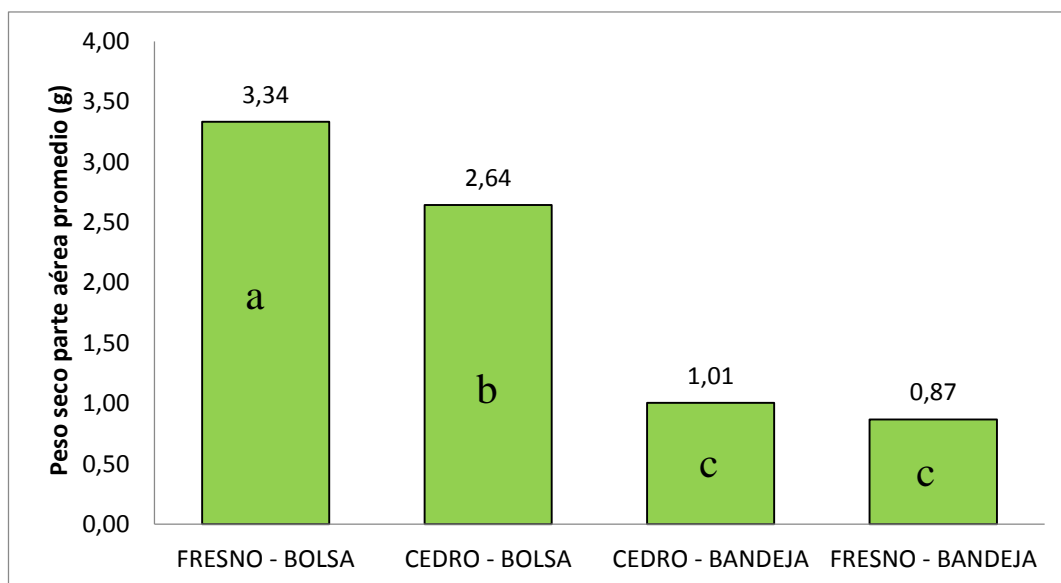
Según el ANVA, tabla 3.1, con un coeficiente de variabilidad de 16.88%, para el peso seco de la parte aérea, se observa que existe una diferencia estadística altamente significativa en los efectos principales especies, contenedores y sustratos, como también en las interacciones especies por contenedores y contenedores por sustratos.

En la tabla 3.10, se observa una diferencia estadística altamente significativa en las interacciones especies en bolsa, contenedores en cedro y fresno, contenedores en S1, S2, S3 y S4; como también sustratos en bolsa y sin diferencia estadística de especie en bandeja y sustrato en bandeja. Los resultados demuestran, que el potencial genético de las especies de cedro y fresno, la capacidad del contenedor en volumen, profundidad y la calidad del sustrato, influyen en la acumulación de peso seco de la parte aérea.

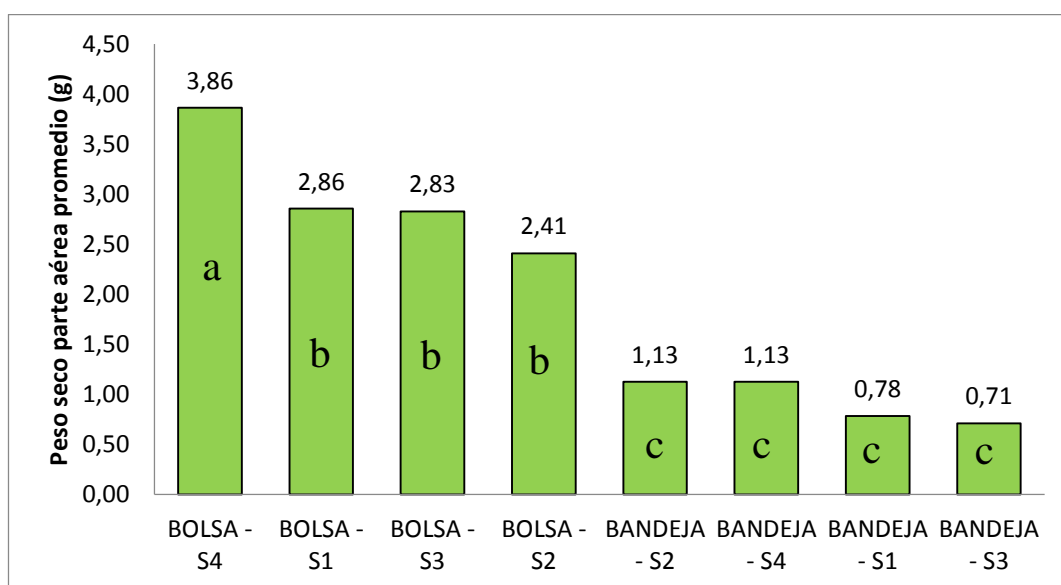
En la figura 3.8, se puede notar que el más alto promedio de peso seco de la parte aérea, reportan los plantones de fresno establecidos en bolsas con 3.34 g en promedio, y el más bajo los plantones de cedro y fresno establecidos en bandejas con 1.01 g y 0.87 g, respectivamente.

**Tabla 3.10.** Análisis de Variancia para las interacciones especies por contenedores y contenedores por sustratos en el peso seco de la parte aérea del plantón (g).

F.V.	G.L.	SC	CM	FC	Pr > F
Especies en Bandeja	1	0.12	0.12	1.05	0.3132NS
Especies en bolsa	1	2.87	2.87	26.12	<0.0001**
Contenedores en Cedro	1	16.10	16.10	146.76	<0.0001**
Contenedores en Fresno	1	36.56	36.56	333.12	<0.0001**
Contenedores en S1	1	12.88	12.88	117.39	<0.0001**
Contenedores en S2	1	4.94	4.94	44.99	<0.0001**
Contenedores en S3	1	13.47	13.47	122.74	<0.0001**
Contenedores en S4	1	22.51	22.51	205.16	<0.0001**
Sustratos en Bandeja	3	0.88	0.29	2.67	0.0671NS
Sustratos en Bolsas	3	6.88	2.29	20.89	<0.0001**



**Figura 3.8.** Prueba de Tukey ( $P = 0.05$ ) de la interacción especies por contenedores en el peso seco de la parte aérea del plantón (g).



**Figura 3.9.** Prueba de Tukey ( $P = 0.05$ ) de la interacción contenedores por sustratos en el peso seco de la parte aérea del plantón (g).

En la figura 3.9, muestra el más alto promedio de 3.86 g de peso seco de la parte aérea del plantón, reportado por los plantones establecidos en bolsas con S4 y el más bajo por las bandejas en S3 con 0.71 g. Afirmando la influencia directa del volumen y profundidad del sustrato y la calidad del mismo en el rendimiento de peso seco de la parte aérea del plantón; ya que la bolsa proporciona mejores condiciones para una mayor disponibilidad de nutrientes y agua.

**Tabla 3.11.** Prueba de Tukey (P= 0.05) para los efectos simples de especies por contenedores y contenedores por sustratos en el peso seco de la parte aérea del plantón (g).

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Combinación</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Categorías</b>
Especies en bandeja	Cedro en Bandeja	1.01	a
	Fresno en Bandeja	0.87	a
Especies en bolsa	Fresno en Bolsa	3.34	a
	Cedro en Bolsa	2.64	b
Contenedores en cedro	Bolsa en Cedro	2.64	a
	Bandeja en Cedro	1.01	b
Contenedores en fresno	Bolsa en Fresno	3.34	a
	Bandeja en Fresno	0.87	b
Contenedores en S1	Bolsa en S1	2.86	a
	Bandeja en S1	0.78	b
Contenedores en S2	Bolsa en S2	2.41	a
	Bandeja en S2	1.13	b
Contenedores en S3	Bolsa en S3	2.83	a
	Bandeja en S3	0.71	b
Contenedores en S4	Bolsa en S4	3.86	a
	Bandeja en S4	1.13	b
Sustratos en bandeja	S2 en Bandeja	1.13	a
	S4 en Bandeja	1.13	a
	S1 en Bandeja	0.78	a
	S3 en Bandeja	0.71	a
Sustratos en bolsa	S4 en Bolsa	3.86	a
	S1 en Bolsa	2.86	b
	S3 en Bolsa	2.83	b
	S2 en Bolsa	2.41	b

Según tabla 3.11, la mayor acumulación de peso seco de la parte aérea del plantón, se expresa en la especie de fresno, contenedor de bolsa y sustrato S4; al igual que en el peso seco total del plantón.

Al comparar el efecto de los sustratos en la acumulación de peso seco de la parte aérea del plantón; el S4 permite la mayor acumulación de peso seco, a diferencia del S2. Debido que particularmente, el S4 contiene vermiculita y compost con 10.8 % de materia orgánica (MO), 0.54 % de nitrógeno total (Nt), 15.9 Cmol(+)/kg de CIC y 4.82 Cmol(+)/kg de Mg<sup>++</sup>; mayores al de S2 que contiene arena y compost con 4.69 % de MO, 0.23 % Nt, 12.3 Cmol(+)/kg de CIC y 2.52 Cmol(+)/kg de Mg<sup>++</sup>. El alto contenido de materia orgánica del sustrato S4, bajo las condiciones de vivero, genera una mayor actividad microbiana en la mineralización, liberando macro y micro nutrientes, los cuales son adsorbidos por el complejo arcillo húmico, siendo mayor en este sustrato por su CIC, proveyendo una mayor disponibilidad de nutrientes fácilmente absorbidos por la planta, como el nitrógeno y el magnesio que son esenciales en la formación de estructuras para el desarrollo de la actividad fotosintética; asimismo, la fotosíntesis va ser responsable de la acumulación de solutos y de energía potencial para las demás actividades fisiológicas de la planta; por ende la acumulación de peso seco en la parte aérea de plantón.

Por otro lado el S4 con 51.2 % de CC, mayor al del S2 con 39.2 % de CC; provee una mayor y mejor disponibilidad de agua a la planta, para un óptimo proceso de la fotosíntesis en la acumulación de peso seco de la parte aérea de la planta.

Al respecto Rivera (2005) indica que el compost además de aportar macro y micronutrientes disponibles para las plantas, contiene enzimas, fitohormonas, microorganismo y coloides.

### **3.6. PESO SECO DE RAÍZ DEL PLANTÓN**

Según el ANVA, tabla 3.1, con un coeficiente de variabilidad de 21.44%, para el peso seco de la raíz, se observa que existe una diferencia estadística altamente significativa en los efectos principales especies, contenedores y sustratos, como también en las interacciones especies por contenedores y contenedores por sustratos.

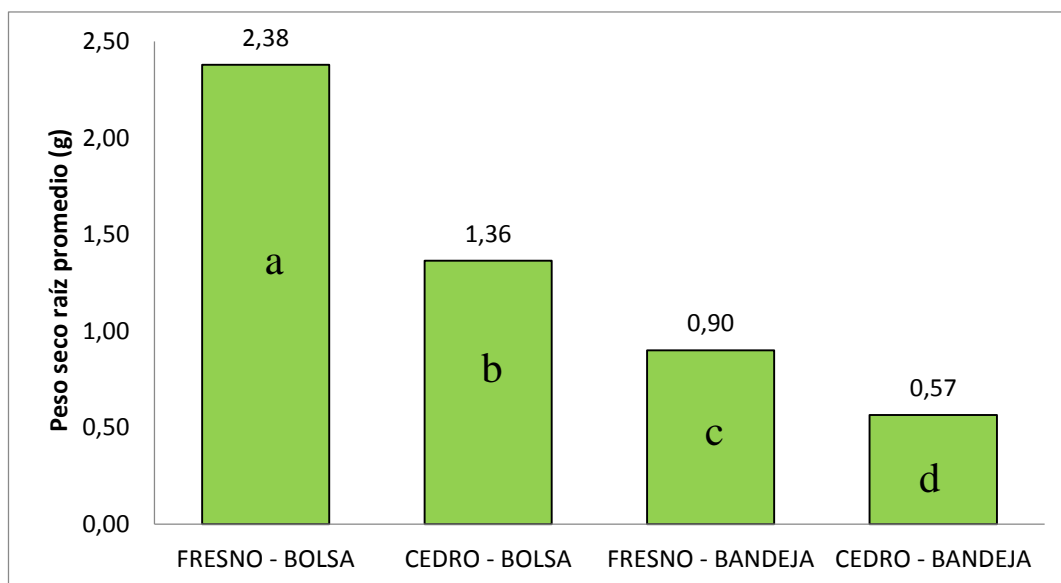


**Tabla 3.12.** Análisis de Variancia para las interacciones especies por contenedores y contenedores por sustratos en el peso seco de raíz del plantón (g).

<b>F.V.</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Especies en Bandeja	1	0.67	0.67	8.63	0.0065**
Especies en Bolsa	1	6.18	6.18	79.26	<0.0001**
Contenedor en Cedro	1	3.83	3.83	49.10	<0.0001**
Contenedor en Fresno	1	13.12	13.12	168.27	<0.0000**
Contenedor en S1	1	4.82	4.82	61.77	<0.0001**
Contenedor en S2	1	0.83	0.83	10.58	0.0030**
Contenedor en S3	1	4.38	4.38	56.22	<0.0001**
Contenedor en S4	1	7.25	7.25	93.02	<0.0001**
Sustratos en Bandeja	3	0.49	0.16	2.12	0.1207NS
Sustratos en Bolsa	3	4.15	1.38	17.74	<0.0001**

En la tabla 3.12, se observa diferencia estadística altamente significativa en las interacciones especies en bolsa y bandeja, contenedores en cedro y fresno, contenedores en S1, S2, S3 y S4; como también sustratos en bolsa y sin diferencia estadística de sustrato en bandeja.

El resultando demuestra, que el potencial genético de las especies cedro y fresno, la capacidad del contenedor en volumen, profundidad y la calidad del sustrato, influyen en la acumulación de peso seco de la raíz del plantón.

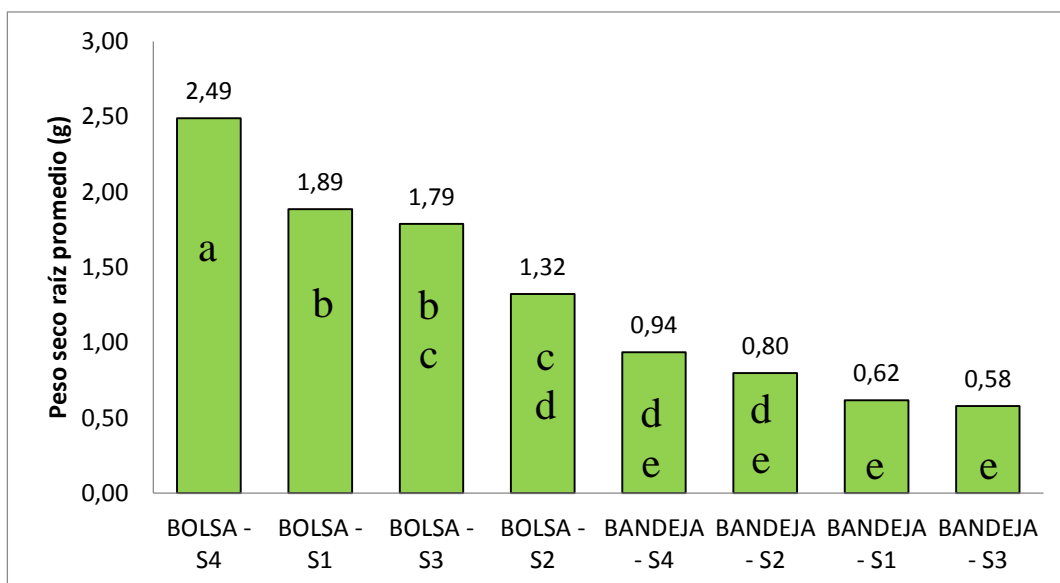


**Figura 3.10.** Prueba de Tukey ( $P = 0.05$ ) de la interacción especies por contenedores en el peso seco de raíz del plantón (g).

En la figura 3.10, se puede notar que el más alto promedio de peso seco de la raíz, reportan los plantones de fresno establecidos en bolsas con 2.38 g en promedio, y el más bajo los plantones de cedro establecidos en bandejas con 0.57 g.

En la figura 3.11, se puede notar que el más alto promedio es 2.49 g de peso seco de la raíz, reportado por los plantones establecidos en bolsas con S4 y el más bajo por las bandejas en S3 con 0.58 g.

Afirmando la influencia directa del volumen y profundidad del sustrato y la calidad del mismo en el rendimiento de peso seco de la raíz del plantón; ya que la bolsa y el sustrato S4 proveen mejores condiciones para una mayor disponibilidad de nutrientes, agua y aireación de las raíces.



**Figura 3.11.** Prueba de Tukey ( $P = 0.05$ ) de la interacción contenedores por sustratos en el peso seco de raíz del plantón (g).

Oliet (2000) como Cobas (2001) citado por Diaz *et al.* (2013) indican que el factor determinante para la supervivencia de las plantas en campo definitivo es el peso seco de la raíz, que el peso seco de la parte aérea, ya que este atributo pronostica mejor la supervivencia.

De acuerdo a la tabla 3.13, la mayor acumulación de peso seco de la raíz del plantón se observa en la especie de fresno, contenedor de bolsa y S4 (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + compost 16.7%); al igual que en el peso seco total y de la parte aérea.

**Tabla 3.13.** Prueba de Tukey (P= 0.05) para los efectos simples de especies por contenedores y contenedores por sustratos en el peso seco de la raíz del plantón (g).

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Combinación</b>	<b>Promedio (cm)</b>	<b>Categorías</b>
Especies en bandeja	Fresno en Bandeja	0.90	a
	Cedro en Bandeja	0.57	b
Especies en bolsa	Fresno en Bolsa	2.38	a
	Cedro en Bolsa	1.36	b
Contenedores en cedro	Bolsa en Cedro	1.36	a
	Bandeja en Cedro	0.57	b
Contenedores en fresno	Bolsa en Fresno	2.38	a
	Bandeja en Fresno	0.90	b
Contenedores en S1	Bolsa en S1	1.89	a
	Bandeja en S1	0.62	b
Contenedores en S2	Bolsa en S2	1.32	a
	Bandeja en S2	0.80	b
Contenedores en S3	Bolsa en S3	1.79	a
	Bandeja en S3	0.58	b
Contenedores en S4	Bolsa en S4	2.49	a
	Bandeja en S4	0.94	b
Sustratos en bandeja	S4 en Bandeja	0.94	a
	S2 en Bandeja	0.80	a
	S1 en Bandeja	0.62	a
	S3 en Bandeja	0.58	a
Sustratos en bolsa	S4 en Bolsa	2.49	a
	S1 en Bolsa	1.89	b
	S3 en Bolsa	1.79	b
	S2 en Bolsa	1.32	c

Al comparar el efecto de los sustratos en la acumulación de peso seco de la raíz del plantón; el S4 permite la mayor acumulación a diferencia del S2. Debido a que el S4 contiene vermiculita y compost con 0.96 g/cc de densidad aparente (Da), menor al de

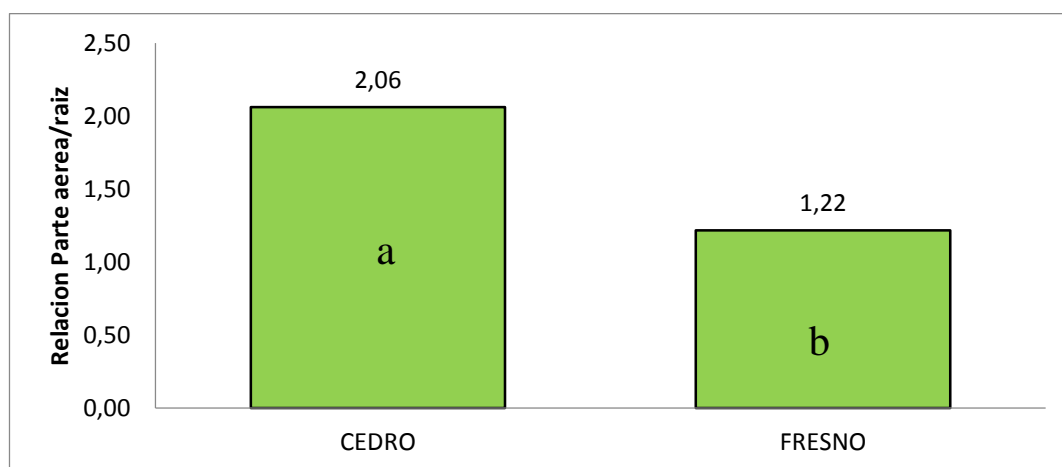
S2 que tiene 1.22 g/cc de Da, compuesto por arena y compost. La baja densidad aparente del S4 y la presencia de vermiculita promueve la formación de agregados y espacios porosos en el sustrato; generando un medio adecuado en el movimiento de aire y agua, brindando el oxígeno necesario en el proceso de respiración en las raíces; porque, la respiración es el responsable de la liberación de energía activa para la formación de solutos y estructuras de la planta; por ende la acumulación de peso seco en la raíz.

Por otro lado el S4 al tener 394.3 ppm K mayor al de S2 con 234.4 ppm K; tiene una mayor disponibilidad de  $K^+$  necesario en la movilización de solutos dentro de la planta y en la raíz para el buen desarrollo de la actividad respiratoria.

Al respecto Diaz *et al.* (2013), indican que la producción de peso seco es importante, debido a que refleja el desarrollo de la planta en vivero, surgiéndose mayor capacidad de transformación de la energía en peso seco, debido a que una mayor capacidad para realizar procesos fotosintéticos, asegurando un buen crecimiento radical .

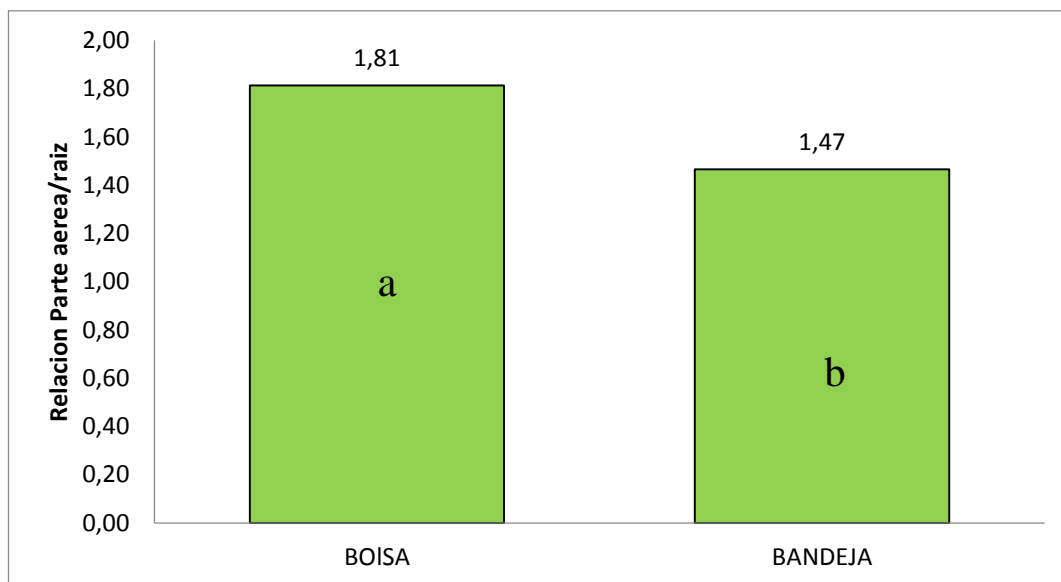
### 3.7. RELACIÓN PARTE AÉREA/ RAÍZ EN PESO SECO

Efectuado el ANVA, tabla 3.1, con un coeficiente de variabilidad de 20.19%, para la relación parte aérea-raíz en peso seco, existe una diferencia estadística altamente significativa en los efectos principales especies y contenedores, no existiendo diferencias estadísticas en los demás fuentes de variación.



**Figura 3.12.** Prueba de Tukey ( $P = 0.05$ ) del efecto principal especies en la relación parte aérea entre raíz del plantón (g).

En la figura 3.12, el cedro presenta un mayor valor en la relación parte aérea-raíz en peso seco, que el fresno; cuyo resultando demuestra la influencia del potencial genético para el presente parámetro.



**Figura 3.13.** Prueba de Tukey ( $P = 0.05$ ) del efecto principal contenedores en la relación parte aérea entre raíz del plantón (g).

En la figura 3.13. se observa que la bolsa brinda mejores condiciones, para que los plantones alcancen la mayor relación parte aérea raíz en peso seco, que es 1.81 encontrándose en el rango óptimo de 1.5 y 2.5 para el crecimiento y desarrollo adecuado de la planta; como menciona Rodríguez (2008), citado por Díaz *et al.* (2013) quien indica, para que exista una buena relación materia seca parte aérea / materia seca de raíz, debe fluctuar entre 1.5 y 2.5, porque ésta proporción favorece un proceso fotosintético eficiente y predice resistencia a los períodos relativamente secos. Asimismo Sáenz (2015) señala que valores mayores a 2.5 indican desproporción y la existencia de un sistema radicular insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta, el cociente de ésta relación no debe ser mayor a 2.5, particularmente cuando la precipitación es escasa en los sitios de plantación.

### 3.8. REGRESIÓN Y CORRELACIÓN

Con la finalidad de determinar la ecuación y tendencia del crecimiento de la planta, se desarrolló la regresión para los factores de altura de plantón (cm) y diámetro de tallo (mm); debido a que fueron evaluados periódicamente cada 15 días hasta el día 150. Al analizar los parámetros de evaluación con los resultados del análisis de variancia y los efectos de los factores en estudio; se observa estrechas correlaciones entre los parámetros evaluados; razón por la cual se desarrolla el análisis de correlaciones entre los parámetros en estudio.

#### 3.8.1. Regresión y Tendencia

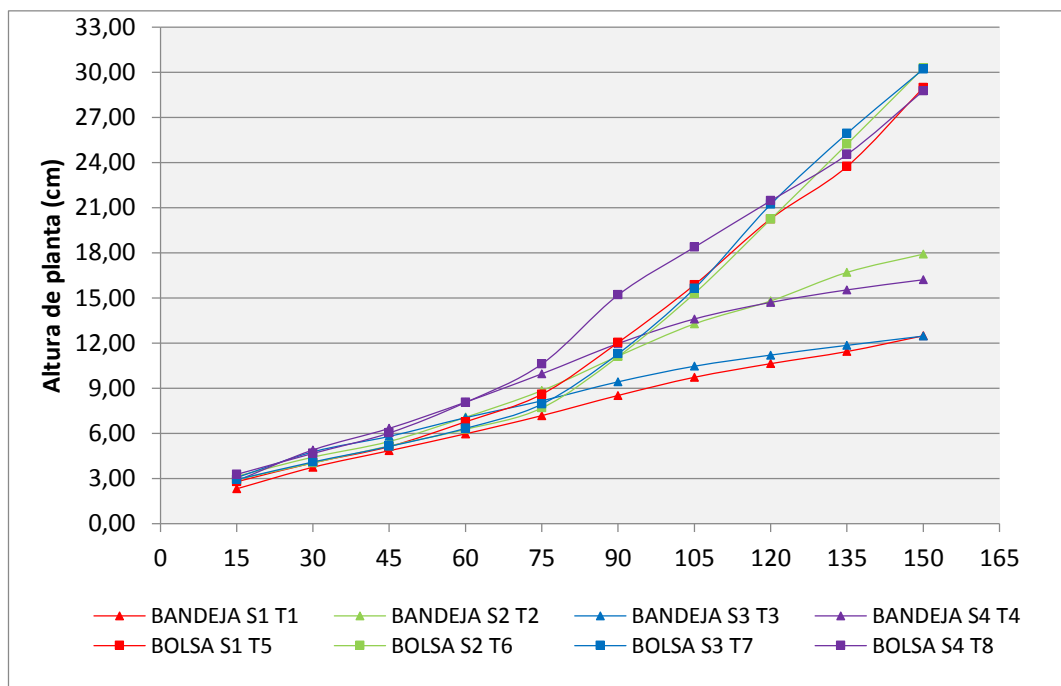
##### A. Altura de plantón

Para el análisis de regresión, se procesó los datos de altura de plantón evaluadas periódicamente en el vivero.

**Tabla 3.14.** Análisis de variancia de regresión lineal en la evaluación de la altura del plantón, para cada tratamiento.

Fuente de var.	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
T1	1	105.93	105.93	2044.34	<0.0001**
T2	1	248.21	248.21	1129.39	<0.0001**
T3	1	90.08	90.08	479.50	<0.0001**
T4	1	197.45	197.45	449.04	<0.0001**
T5	1	698.65	698.65	144.57	<0.0001**
T6	1	758.22	758.22	90.47	<0.0001**
T7	1	787.60	787.60	96.85	<0.0001**
T8	1	701.13	701.13	351.40	<0.0001**
T9	1	128.39	128.39	263.95	<0.0001**
T10	1	158.33	158.33	297.06	<0.0001**
T11	1	92.10	92.10	39.57	0.0002**
T12	1	159.56	159.56	157.52	<0.0001**
T13	1	509.58	509.58	254.97	<0.0001**
T14	1	425.15	425.15	386.32	<0.0001**
T15	1	569.81	569.81	370.82	<0.0001**
T16	1	651.01	651.01	192.81	<0.0001**

En la tabla 3.14, se observa que la regresión lineal, para la altura del plantón es altamente significativa en cada tratamiento; es decir, el crecimiento en altura presenta una tendencia lineal.



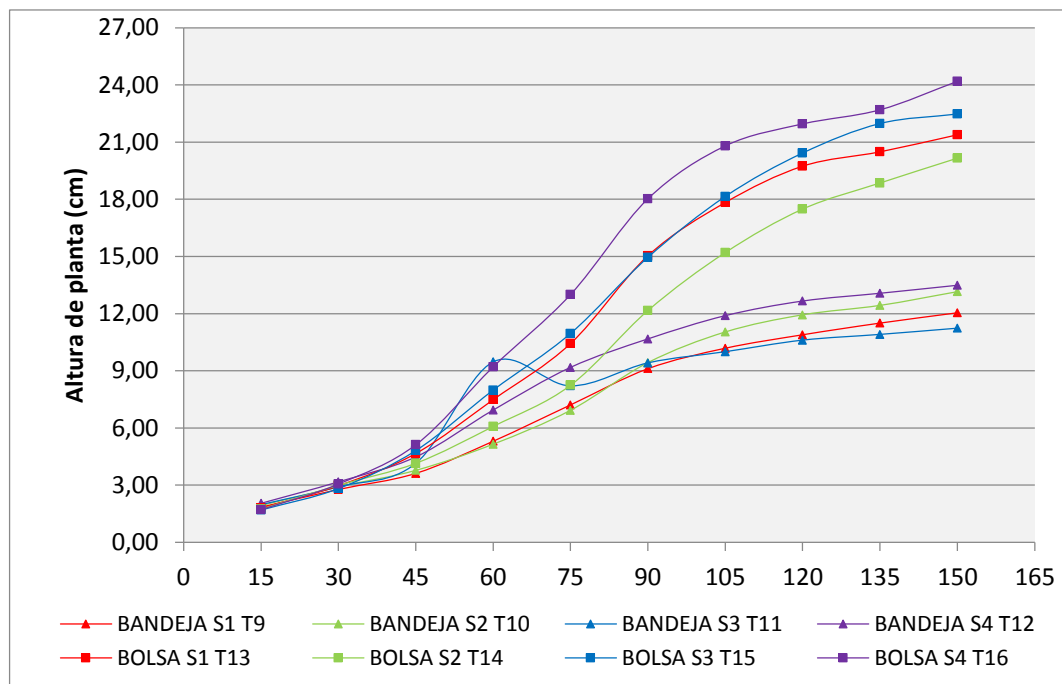
**Figura 3.14.** Tendencia de crecimiento de plantones de cedro, en altura de plantón, para contenedores y sustratos en estudio.

Según figura 3.14, los plantones de cedro establecidos en bolsas presentan mayor crecimiento en altura en comparación a las de bandejas; porque las bolsas al contener mayor volumen de sustrato proveen mejores condiciones de nutrición, agua y aireación.

En la figura 3.15, se observa que los plantones de fresno al igual que los de cedro, establecidos en bolsas presentan un mayor crecimiento en altura en comparación a las de bandejas.

También se puede observar que el sustrato S4, brinda mejores condiciones de nutrición a la planta para un mayor crecimiento en altura de plantón, tanto en bolsa como en bandeja en comparación a los demás sustratos.





**Figura 3.15.** Tendencia de crecimiento de plántones de fresno, en altura de plánton, para contenedores y sustratos en estudio.

En la tabla 3.15, se observa que el coeficiente de determinación para cada ecuación es próximo a la unidad; aclarando que el crecimiento en altura del plánton responde estadísticamente a una tendencia lineal.

El mayor incremento diario en altura de plánton es 0.206 cm, correspondiente al tratamiento 7 (plántones de cedro en bolsas con sustrato de tierra negra, vermiculita y humus de lombriz); este mayor incremento en altura de plánton está influenciado por el potencial genético del cedro, el volumen de sustrato en la bolsa que es mayor a la bandeja, y a las condiciones de disponibilidad de nutrientes, capacidad de retención de humedad y aireación del sustrato.

**Tabla 3.15.** Ecuación de crecimiento y coeficiente de determinación de la regresión lineal en altura de plantón para cada tratamiento.

Tratamiento	Ecuación de la regresión	Incremento diario (cm)	R <sup>2</sup>
T1	$Y1 = 1.447 + 0.076X$	0.076	0.99
T2	$Y1 = 0.737 + 0.116X$	0.116	0.99
T3	$Y1 = 2.673 + 0.070X$	0.070	0.98
T4	$Y1 = 1.900 + 0.103X$	0.103	0.98
T5	$Y1 = -3.192 + 0.194X$	0.194	0.95
T6	$Y1 = -3.852 + 0.202X$	0.202	0.92
T7	$Y1 = -3.918 + 0.206X$	0.206	0.92
T8	$Y1 = -1.935 + 0.194X$	0.194	0.98
T9	$Y1 = 0.589 + 0.083X$	0.083	0.97
T10	$Y1 = 0.245 + 0.092X$	0.092	0.97
T11	$Y1 = 2.076 + 0.070X$	0.070	0.83
T12	$Y1 = 1.111 + 0.093X$	0.093	0.95
T13	$Y1 = -1.486 + 0.166X$	0.166	0.97
T14	$Y1 = -1.781 + 0.151X$	0.151	0.98
T15	$Y1 = -1.830 + 0.175X$	0.175	0.98
T16	$Y1 = -1.477 + 0.187X$	0.187	0.96

Y1: Altura de plantón (cm); X: Día de evaluación (días)

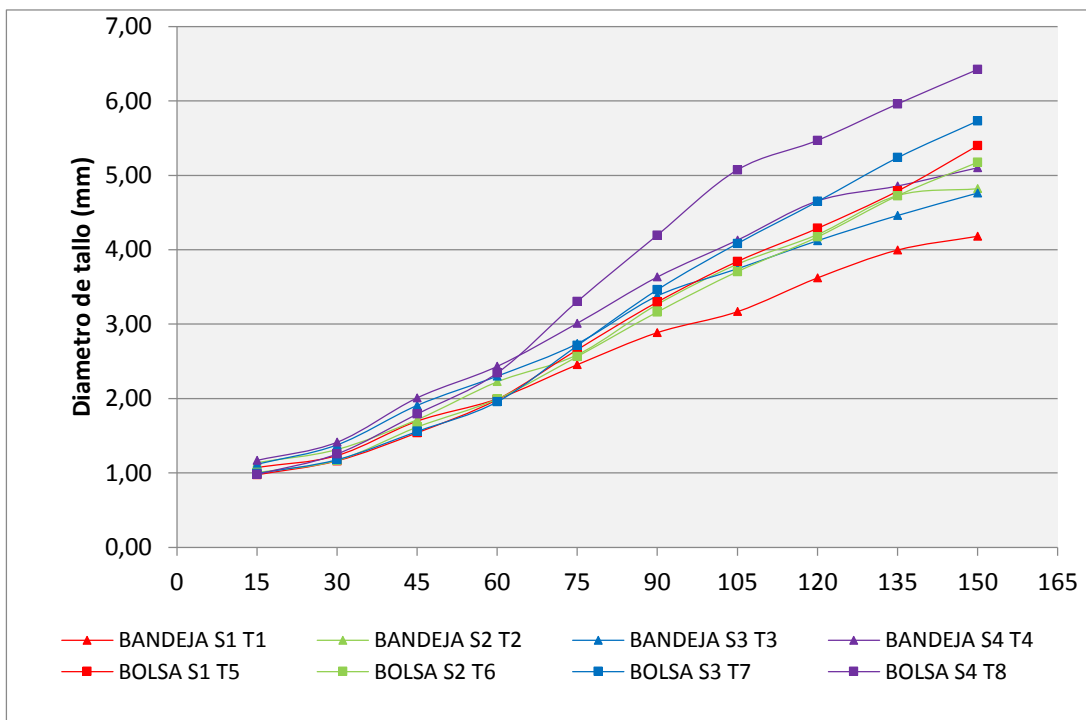
### B. Diámetro de tallo del plantón

En la tabla 3.16, se observa que la regresión lineal, para el diámetro de tallo es altamente significativa en cada tratamiento; es decir, el incremento del diámetro de tallo del plantón presenta una tendencia lineal.

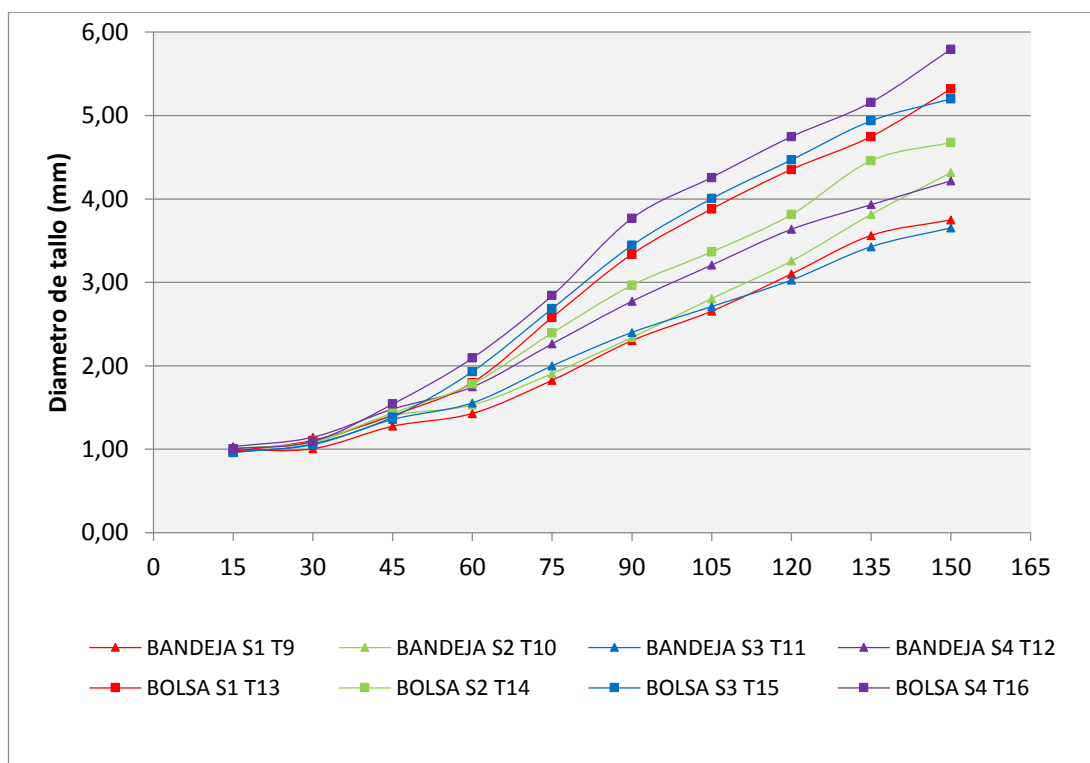
**Tabla 3.16.** Análisis de variancia de regresión lineal en la evaluación del diámetro de tallo del plantón, para cada tratamiento.

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.c.</b>	<b>Pr &gt; F</b>
T1	1	11.21	11.21	1597.34	<0.0001**
T2	1	16.99	16.99	698.80	<0.0001**
T3	1	15.04	15.04	1316.91	<0.0001**
T4	1	18.67	18.67	654.45	<0.0001**
T5	1	22.00	22.00	901.82	<0.0001**
T6	1	19.82	19.82	1032.45	<0.0001**
T7	1	26.56	26.56	601.20	<0.0001**
T8	1	36.24	36.24	544.27	<0.0001**
T9	1	9.48	9.48	293.90	<0.0001**
T10	1	11.80	11.80	231.49	<0.0001**
T11	1	8.52	8.52	789.31	<0.0001**
T12	1	12.34	12.34	668.96	<0.0001**
T13	1	22.59	22.59	459.31	<0.0001**
T14	1	16.50	16.50	570.86	<0.0001**
T15	1	23.29	23.29	441.37	<0.0001**
T16	1	27.33	27.33	548.17	<0.0001**

En la figura 3.16 se observa que los plantones de cedro establecidos en bolsas presentan un mayor crecimiento en diámetro de tallo en comparación a los de bandejas; ya que las bolsas al contener mayor volumen de sustrato dan mejores condiciones de nutrición, agua y aireación, igual que en la altura de plantón.



**Figura 3.16.** Tendencia de crecimiento de plántones de cedro, en diámetro de tallo, para contenedores y sustratos en estudio.



**Figura 3.17.** Tendencia de crecimiento de plántones de fresno, en diámetro de tallo, para contenedores y sustratos en estudio.

En figura 3.17, se observa que los plantones de fresno al igual que los cedros establecidos en bolsas, presentan un mayor crecimiento en comparación a los de bandejas, al igual que el sustrato 4, que provee mejores condiciones para el mayor crecimiento en comparación de los demás sustratos.

**Tabla 3.17.** Ecuación de crecimiento y coeficiente de determinación de la regresión lineal en diámetro de tallo del plantón para cada tratamiento.

Tratamiento	Ecuación	Incremento diario (mm)	R <sup>2</sup>
T1	$Y2 = 0.604 + 0.025X$	0.025	0.99
T2	$Y2 = 0.486 + 0.030X$	0.030	0.99
T3	$Y2 = 0.643 + 0.028X$	0.028	0.99
T4	$Y2 = 0.625 + 0.032X$	0.032	0.99
T5	$Y2 = 0.153 + 0.034X$	0.034	0.99
T6	$Y2 = 0.233 + 0.033X$	0.033	0.99
T7	$Y2 = 0.035 + 0.038X$	0.038	0.99
T8	$Y2 = 0.034 + 0.044X$	0.044	0.99
T9	$Y2 = 0.325 + 0.023X$	0.023	0.97
T10	$Y2 = 0.268 + 0.025X$	0.025	0.97
T11	$Y2 = 0.448 + 0.021X$	0.021	0.99
T12	$Y2 = 0.417 + 0.026X$	0.026	0.99
T13	$Y2 = 0.072 + 0.035X$	0.035	0.98
T14	$Y2 = 0.241 + 0.030X$	0.03	0.99
T15	$Y2 = 0.086 + 0.035X$	0.035	0.98
T16	$Y2 = 0.065 + 0.038X$	0.038	0.99

Y2: Diámetro de tallo (mm); X: Día de evaluación (días).

En la tabla 3.17, se observa que el coeficiente de determinación para cada ecuación es próximo a la unidad; aclarando que el crecimiento en diámetro de tallo al igual que en altura de la plantón responde estadísticamente a una tendencia lineal.

El mayor incremento diario en diámetro de tallo es 0.044 mm, correspondiente al tratamiento 8 (plantones de cedro en bolsas con sustrato de tierra negra, vermiculita y

compost); este mayor incremento en diámetro de tallo está influenciado por el potencial genético del cedro, el volumen de sustrato en la bolsa que es mayor a la bandeja, y a las condiciones de disponibilidad de nutrientes, capacidad de retención de humedad y aireación del sustrato.

### 3.8.2. Correlaciones

Al igual que en el análisis de variancia y las pruebas de contraste, en la correlación para el parámetro altura de plantón se procesó datos de longitud de tallo obtenidos en el laboratorio.

**Tabla 3.18.** Matriz de correlación entre los parámetros de evaluación con los promedios en cada tratamiento.

Tratamientos		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
Altura de plantón (Y1)	r	1.0000	0.8330	0.9156	0.7041	0.7883	0.5467	0.5702
	f		0.0001	0.0000	0.0023	0.0003	0.0284	0.0211
Diámetro de tallo (Y2)	r		1.0000	0.7894	0.7516	0.8245	0.6092	0.5689
	f			0.0003	0.0008	0.0001	0.0122	0.0215
Longitud de raíz (Y3)	r			1.0000	0.7321	0.8078	0.5863	0.4563
	f				0.0013	0.0002	0.0170	0.0756
Peso seco total (Y4)	r				1.0000	0.9884	0.9736	0.0568
	f					0.0000	0.0000	0.8344
Peso seco de la parte aérea (Y5)	r					1.0000	0.9276	0.1968
	f						0.0000	0.4652
Peso seco de raíz (Y6)	r						1.0000	-0.1558
	f							0.5644
Relación parte aérea / raíz (Y7)	r							1.0000
	f							

En la tabla 3.18, se muestra una correlación directa entre altura de plantón y el diámetro de tallo con un  $r = 0.833^{**}$ ; es decir, que el 83.30 % del diámetro de tallo está directamente relacionado con la altura de plantón y viceversa. Al igual que, el 91.56 % de la longitud de raíz, 70.41 % de peso seco total, 78.83 % de peso seco de la parte aérea, 54.67 % de peso seco de la raíz y 57.02 % de la relación parte aérea raíz en peso seco.

En caso de diámetro de tallo está relacionado directamente con los parámetros de longitud de raíz, peso seco total, peso seco de la parte aérea, peso seco de la raíz y relación parte aérea raíz en peso seco; en 78.94 %, 75.16 %, 82.45 %, 60.92 % y 56.89% respectivamente.

Y la longitud de raíz está relacionado directamente con los parámetros de peso seco total, parte aérea y raíz; en 73.21 %, 80.78 % y 58.63 % respectivamente. El peso total con los parámetros de peso seco de la parte aérea y raíz en 98.84 % y 97.36 % respectivamente. El peso seco de la parte aérea, con el de la raíz en 92.76 %.

Afirmando la correlación existente entre los parámetros estudiados; lo que indica una mayor confiabilidad de los resultados del análisis de variancia y de las pruebas de contraste de Tukey para los efectos de las especies, contenedores, sustratos y sus combinaciones.

### 3.9. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES

Según las tablas del anexo 03, los costos de producción de plantones de cedro (*Cedrela lilloi*) y fresno (*Fraxinus americana*), se han realizado sobre la base de 1000 plantones, utilizando dos tipos de contenedores (bolsa de polietileno y bandejas con celdas fijas) y cuatro tipos de sustratos.

**Tabla 3.19.** Resumen de costos unitarios por especie, contenedor y sustrato.

Contenedores	Sustratos	Cedro	Fresno
<b>Bolsa de polietileno</b>	<b>S1</b>	S/. 0.45	S/. 0.45
	<b>S2</b>	S/. 0.44	S/. 0.44
	<b>S3</b>	S/. 0.81	S/. 0.81
	<b>S4</b>	S/. 0.80	S/. 0.80
<b>Bandejas con celdas fijas</b>	<b>S1</b>	S/. 0.46	S/. 0.46
	<b>S2</b>	S/. 0.46	S/. 0.46
	<b>S3</b>	S/. 0.72	S/. 0.72
	<b>S4</b>	S/. 0.71	S/. 0.71

Según la tabla 3.19, muestra que los plántones de cedro (*Cedrela lilloi*) y fresno (*Fraxinus americana*) establecidos en bolsas de polietileno, reportan el menor costo de producción por plánton con el S2 (Tierra negra 50% + arena 33.3%+ compost 16.7 %) con S/. 0.44, mientras que el mayor costo se obtiene con el S3 (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3%+ humus de lombriz 16.7 %) con S/. 0.81.

Por otro lado los plántones de cedro (*Cedrela lilloi*) y fresno (*Fraxinus americana*) establecidos en bandejas con celdas fijas, reportan el menor costo de producción por plánton con el S1 (Tierra negra 50% + arena 33.3% + humus de lombriz 16.7 %) y S2 (Tierra negra 50% + arenas 33.3%+ compost 16.7 %) con S/. 0.46 para ambos sustratos; mientras que el mayor costo se obtiene con el S3 (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + humus de lombriz) con S/. 0.72.



## CONCLUSIONES

1. La bolsa de polietileno (4" x 7" x 2mm) da las mejores condiciones en la propagación de cedro (*Cedrela lilloi*) y fresno (*Fraxinus americana*).
2. El sustrato S4 compuesto en proporción 3:2:1 de (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + compost 16.7%), respectivamente; provee las mejores condiciones en la propagación de cedro (*Cedrela lilloi*) y fresno (*Fraxinus americana*).
3. La evaluación de los parámetros de altura de plantón, diámetro de tallo, longitud de raíz, peso seco total, peso seco de la parte aérea, peso seco de raíz y relación parte aérea – raíz en peso seco; permiten la observación de los efectos del sustrato, contenedor y especie; porque presenta correlación estadísticamente significativa entre sí.
4. El costo unitario de plántones de cedro y fresno en bolsas de polietileno fue de: S/. 0.45, S/. 0.44, S/. 0.81 y S/. 0.80; y en bandejas con celdas fijas S/. 0.46, S/. 0.46, S/. 0.72 y S/. 0.71 para los sustratos S1, S2, S3 y S4 respectivamente.

## RECOMENDACIONES

1. La producción de plantones de cedro y fresno, debe realizarse utilizando bolsas de polietileno (4" x 7" x 2 mm) con sustrato 4 (Tierra negra 50% + vermiculita 33.3% + compost 16.7%, en proporciones 3:2:1), por presentar mejores condiciones en la obtención de plantones de mayor calidad.
2. Realizar investigaciones similares que incluya la etapa de plantación en campo definitivo, para observar las respuestas de los plantones a las condiciones edafoclimáticas; con la finalidad de evaluar los efectos post vivero de los sustratos y contenedores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, M., y Solano, J. (2002). Manual de producción de sustratos para viveros. Costa Rica. Disponible desde:  
<http://www.cropprotection.es/documentos/Compostaje/Sustratos-paraViveros.pdf>. Acceso 05 de junio 2017.
- Buamscha, M. G., Contardi, L.T., Kaste, R., Enricci, J. A, Escobar, R., Gonda, H. E, Jacobs, D. F., Landis, T. D, Luna, T., Mexal, J. G., y Wilkinson, K. M. (2012). Producción de plantas en viveros forestales. Universidad Nacional de la Patagonia. San Juan Bosco (UNPSJB), Argentina. Primera edición. Disponible desde: [http://ciefap.org.ar/documentos/pub/Produc\\_plantas\\_viv.pdf](http://ciefap.org.ar/documentos/pub/Produc_plantas_viv.pdf). Acceso 10 de marzo 2017.
- Camarena, F. *et al.* (2009). Innovación tecnológica para el incremento de la producción del frijol; común (*Phaseolus vulgaris* L.). Universidad Nacional Agraria la Molina. Ediciones AGRUM. Lima Perú.
- Díaz, P., Torres, D., Sanchez, Z., y Arevalo, L. (2013). Comportamiento morfológico de cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) en respuesta al tipo de sustrato en vivero. Disponible desde:  
<http://www.iiap.org.pe/upload/Publicacion/PUBL1362.pdf>. Acceso 20 de mayo 2017.
- Gasparri, N. I., y Goya, J. F. (2006). Modelos de crecimiento de *Cedrela lilloi* en el sector norte de la Yungas argentinas. Argentina. Disponible desde:  
<http://proyungas.org.ar/wp-content/uploads/2014/12/librocedro.pdf>. Acceso 18 de julio 2017.
- Landis, T. D. (1990a). Manual de Viveros para la producción de Especies Forestales en Contenedor. Volumen uno: Planeación, establecimiento y manejo del vivero. Capítulo 1: Planeación inicial y estudio de factibilidad. Disponible desde: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Publicaciones/CDs2010/CDForestal/pdf/D0C.pdf>. Acceso 12 de junio 2017.
- Landis, T. D. (1990b). Manual de Viveros para la producción de Especies Forestales en Contenedor. Volumen dos: Contenedores y medios de crecimiento. Capítulo 2: Medios de crecimiento. Disponible desde:

file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Capitulo%20%20Medios%20de%20Crecimiento.pdf. Acceso 14 de mayo 2017.

- Maldonado, K., (2010). Sustratos alternativos para producción de *Pinus greggii* Engelm. En vivero, México.
- Meloni, D., Fornés, L., Gulotta, M., y Moura, D. (2010). Tolerancia de *Cedrela lilloi* C.DC.a bajas temperaturas: cambios metabólicos. Disponible desde: <http://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/v18a03.pdf>. Acceso 16 de junio 2017.
- Minetti, J.M. (2006). Aprovechamiento forestal de cedro en las Yungas de Argentina. Disponible desde: <http://proyungas.org.ar/wp-content/uploads/2014/12/librocedro.pdf>. Acceso 25 de julio 2017.
- Mitma, M. (2004). Efecto de niveles de Humus de lombriz en la producción de plantones de algarrobo (*Prosopis* sp.) en Ayacucho, 2750 m.s.n.m. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho.
- Molina, F. (2014). Guía de silvicultura. Producción de madera de alto valor. El (*fresno Fraxinus Excelsior L. y Fraxinus angustifolia Vahl.*). España. Disponible desde: [http://www.selvicultor.net/redfor/wp-content/uploads/nuevos\\_docs/guia\\_Fresno.pdf](http://www.selvicultor.net/redfor/wp-content/uploads/nuevos_docs/guia_Fresno.pdf). Acceso 02 marzo 2017.
- Monteverde, D. (2006). Producción de plantines de cedro en vivero. Ecología y producción de cedro (*género Cedrela*) en las Yungas australes. Argentina. Disponible desde: <http://proyungas.org.ar/wp-content/uploads/2014/12/librocedro.pdf>. Acceso 09 de abril 2017.
- Muñoz, Z. (2007). Comparación del sustrato de fibra de coco con los sustratos de corteza de pino compostada, perlita y vermiculita en la producción de plantas de *Eucalyptus Globulus* (Labill), Chile. Disponible desde: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fifm9711c/doc/fifm9711c.pdf>. Acceso 15 de abril 2017.
- Negreros, P., Apocada, M., y Mize, C. (2010). Efectos de sustrato y densidad en la calidad de plántulas de cedro, caoba y roble.

- Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., y Tucto, A. (2014) Manual 2: Vivero forestal para producción de plántones de especies forestales nativas: experiencia en molinopampa, Amazonas - Perú. Disponible desde:  
[http://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/2993/Technical/2%20Manual%20produccion%20vivero%20forestal.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2993/Technical/2%20Manual%20produccion%20vivero%20forestal.pdf). Acceso 09 de abril 2017.
- Quiquin, L. (2008). Influencia del tamaño de bolsa en la calidad del plánton de cinco ecotipos de tara (*Caesalpinia spinosa*) en vivero, Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho.
- Quiroz, I., García, E., Gonzáles, M., Chung Guin, P., y Soto, H. (2009). Vivero Forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta. Centro tecnológico de la planta forestal. Disponible desde:  
<file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/Manual%20Viverizacia%20Nativo%202009%20-%20Chile.pdf>. Acceso 14 de junio de 2017.
- Pahuara, J. I. (2009). Influencia de sustratos en la propagación sexual de cedro, eucalipto rosado, bolaina, pino rojo y evaluación del crecimiento en campo definitivo de caoba, bolaina y eucalipto rosado en Anco. La Mar. Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho.
- Pastor, J. N. (2000). Utilización de sustratos en viveros. Universidad de Lleida, Departamento de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería, España. Disponible desde: <https://chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art231-235.pdf>. Acceso 26 de marzo 2017.
- Reynel, C. y León, J. (1990). Árboles y arbustos andinos para agroforestería y conservación de suelos. Tomo II.
- Reynel, C. y Marcelo, J. (2009). Árboles de los ecosistemas forestales andinos. Manual de identificación de especies. Programa Regional Ecobona – Intercooperation. Editor: Intercooperation Fundación Suiza. Lima. Perú. Disponible en:  
<http://www.asocam.org/biblioteca/files/original/02190ca87f921d9feb250ae672ae6653.pdf>. Acceso 11 de mayo 2017.
- Rivera, A. (2005). Estudio de sustratos y biotipos de tara (*Caesalpinia spinosa*) en la producción de plántones a 2310 msnm, Huanta-Ayacucho. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNSCH. Ayacucho.

- Rodríguez, R. (2010). Manual de prácticas de viveros forestales. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Disponible en:  
[https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI\\_IntGenAmb/Rodri\\_Laguna/2.pdf](https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI_IntGenAmb/Rodri_Laguna/2.pdf). Acceso 05 de febrero 2017.
- Sáenz, L. (2015). Influencia de cuatro tipos de sustratos en el crecimiento y calidad de plantones de *Schizolobium amazonicum* (Pashaco) en tubetes, Pucallapa – Ucayali.
- Salto, C., García, M., y Harrand, L. (2013). Influencia de diferentes sustratos y contenedores sobre variables morfológicas de plantines de dos especies de *Prosopis*. Disponible desde:  
<http://www.scielo.org.ar/pdf/quebra/v21n2/v21n2a04.pdf>. Acceso 19 de abril 2017.
- Sánchez, J., Vázquez, R., Pérez., S., Caballero, L., y Capulín, J. (2011). Producción de (*Cedrela odorata L.*), en sustrato a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en Tecpan de Galeana, Guerrero, México Disponible en:  
<file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/26673-51532-1-PB.pdf>. Acceso 19 de abril 2017.
- Sanchez, F. (2013). Influencia de sustratos activos para el crecimiento de pino (*Pinus radiata Don.*). Producidos bajo condiciones del vivero forestal en la comunidad de Cuticsa – Santo Tomas de Pata – Angaraes – Huancavelica.
- Solano, R. A. (2013). Forestación. Guía de estudios. UNSCH. Ayacucho. Perú.
- Zarate, B. (2013). Valorización de subproductos agrícolas y forestales como sustratos de cultivos en el estado de Oaxaca (México). Tesis Doctoral. Disponible en:  
[http://oa.upm.es/14960/1/BALDOMERO\\_HORTENCIO\\_ZARATE\\_NICOLAS.pdf](http://oa.upm.es/14960/1/BALDOMERO_HORTENCIO_ZARATE_NICOLAS.pdf). Acceso 07 de mayo 2017.

# ANEXOS

## ANEXO 01. EVALUACIÓN DE ALTURA Y DIÁMETRO DE PLANTÓN

**Tabla A.1.** Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T1 (cedro en bandeja con S1)

Repetición	15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días		105 días		120 días		135 días		150 días		
	Muestra	28/12/2016	12/01/2017	27/01/2017	11/02/2017	26/02/2017	13/03/2017	28/03/2017	12/04/2017	27/04/2017	12/05/2017										
		Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)
r1	1	2.10	1.00	3.80	1.40	6.20	1.88	8.00	2.30	9.00	2.86	10.30	3.36	11.50	3.58	13.00	4.06	14.00	4.66	15.50	4.54
	2	1.80	1.20	3.80	1.40	5.30	1.80	6.80	2.22	8.40	2.60	9.80	3.02	10.50	3.32	11.00	3.80	11.80	4.24	13.40	4.36
	3	2.30	1.70	2.50	1.10	3.60	1.20	4.80	1.58	6.00	1.80	7.50	2.28	8.70	2.50	9.70	2.84	10.40	3.34	11.30	3.54
	4	2.00	1.00	3.20	1.18	4.30	1.58	4.60	1.98	5.50	2.40	7.00	2.86	9.00	2.94	10.40	3.34	12.00	3.86	12.70	3.86
	5	1.80	1.00	2.60	1.10	3.60	1.60	4.50	1.74	5.50	1.90	7.00	2.04	8.40	2.30	9.80	2.66	11.00	3.04	12.40	3.26
	<b>X</b>	<b>2.00</b>	<b>1.18</b>	<b>3.18</b>	<b>1.24</b>	<b>4.60</b>	<b>1.61</b>	<b>5.74</b>	<b>1.96</b>	<b>6.88</b>	<b>2.31</b>	<b>8.32</b>	<b>2.71</b>	<b>9.62</b>	<b>2.93</b>	<b>10.78</b>	<b>3.34</b>	<b>11.84</b>	<b>3.83</b>	<b>13.06</b>	<b>3.91</b>
r2	1	2.20	1.00	4.20	1.28	5.20	1.70	6.40	2.02	7.50	2.60	8.50	3.00	9.50	3.28	9.50	3.72	9.60	3.90	10.30	4.02
	2	1.80	1.00	3.80	1.40	4.80	1.88	6.30	2.10	7.00	2.50	8.00	3.00	9.50	3.44	10.00	3.84	10.50	4.22	11.20	4.54
	3	2.50	1.00	3.70	1.20	4.50	1.72	5.50	2.06	7.00	2.32	7.80	3.00	9.00	3.42	10.00	3.92	11.00	4.26	12.00	4.48
	4	3.00	1.10	4.00	1.10	4.20	1.42	4.60	1.58	5.00	2.26	5.50	2.20	6.70	2.22	8.50	2.42	10.20	2.60	12.00	2.84
	5	2.90	1.00	4.50	1.40	5.90	2.10	7.70	2.36	9.00	2.94	10.50	3.36	11.40	3.82	12.00	4.30	13.00	4.80	14.00	5.12
	<b>X</b>	<b>2.48</b>	<b>1.02</b>	<b>4.04</b>	<b>1.28</b>	<b>4.92</b>	<b>1.76</b>	<b>6.10</b>	<b>2.02</b>	<b>7.10</b>	<b>2.52</b>	<b>8.06</b>	<b>2.91</b>	<b>9.22</b>	<b>3.24</b>	<b>10.00</b>	<b>3.64</b>	<b>10.86</b>	<b>3.96</b>	<b>11.90</b>	<b>4.20</b>
r3	1	2.80	1.00	4.10	1.10	5.20	1.78	6.50	2.00	8.00	2.42	9.20	3.00	10.50	3.38	11.50	3.92	12.00	4.10	13.50	4.52
	2	1.50	1.00	3.80	1.20	5.30	1.82	7.00	2.04	9.20	2.50	10.50	2.96	11.70	3.26	12.00	4.10	12.50	4.26	13.70	4.28
	3	2.50	1.00	3.70	1.18	4.60	1.80	5.50	2.06	7.00	2.56	8.40	3.14	9.50	3.44	10.50	4.00	11.50	4.34	12.00	4.40
	4	2.80	1.00	3.90	1.10	4.90	1.58	5.50	1.90	6.50	2.56	8.20	2.78	9.50	3.00	10.50	3.40	11.00	3.90	12.00	4.32
	5	2.60	1.14	4.50	1.40	5.00	1.60	5.70	2.00	7.00	2.62	9.50	3.30	10.40	3.62	11.00	4.00	11.00	4.42	11.20	4.64
	<b>X</b>	<b>2.44</b>	<b>1.03</b>	<b>4.00</b>	<b>1.20</b>	<b>5.00</b>	<b>1.72</b>	<b>6.04</b>	<b>2.00</b>	<b>7.54</b>	<b>2.53</b>	<b>9.16</b>	<b>3.04</b>	<b>10.32</b>	<b>3.34</b>	<b>11.10</b>	<b>3.88</b>	<b>11.60</b>	<b>4.20</b>	<b>12.48</b>	<b>4.43</b>



**Tabla A.2.** Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T2 (cedro en bandeja con S2)

Repetición	Muestra	15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días		105 días		120 días		135 días		150 días	
		28/12/2016		12/01/2017		27/01/2017		11/02/2017		26/02/2017		13/03/2017		28/03/2017		12/04/2017		27/04/2017		12/05/2017	
		Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)
r1	1	2.90	1.00	4.40	1.20	5.50	1.50	7.00	2.20	9.10	2.60	11.80	3.18	13.70	3.74	16.00	4.12	16.00	4.72	17.50	4.54
	2	3.20	1.48	4.50	1.10	5.70	1.68	7.60	2.22	9.40	2.56	11.70	3.04	14.50	3.88	15.00	4.20	17.80	4.64	18.70	4.62
	3	2.40	1.20	4.10	1.50	5.30	1.70	6.80	2.26	8.50	2.96	11.30	3.10	13.20	3.66	16.00	4.04	16.50	4.40	17.20	4.22
	4	1.90	1.00	3.60	1.30	5.20	1.68	6.70	1.78	8.50	2.28	11.00	2.78	13.80	3.32	14.50	3.62	17.00	4.02	18.20	3.09
	5	2.60	1.00	3.80	1.20	4.80	1.46	6.60	1.90	8.50	2.00	11.00	2.62	13.00	3.06	15.00	3.64	17.70	4.96	19.00	4.01
	<b>X</b>	<b>2.60</b>	<b>1.14</b>	<b>4.08</b>	<b>1.26</b>	<b>5.30</b>	<b>1.60</b>	<b>6.94</b>	<b>2.07</b>	<b>8.80</b>	<b>2.48</b>	<b>11.36</b>	<b>2.94</b>	<b>13.64</b>	<b>3.53</b>	<b>15.30</b>	<b>3.92</b>	<b>17.00</b>	<b>4.55</b>	<b>18.12</b>	<b>4.10</b>
r2	1	3.20	1.10	4.80	1.30	5.70	1.60	7.30	2.20	9.00	2.64	11.00	3.30	13.00	3.62	14.50	4.34	17.00	5.00	18.00	5.42
	2	3.70	1.30	5.50	1.50	6.00	2.00	8.70	2.76	10.50	3.00	12.30	3.82	14.30	4.30	16.00	4.62	19.80	5.10	21.50	5.14
	3	3.00	1.00	4.00	1.20	4.40	1.58	5.20	1.98	7.00	2.46	9.40	3.02	12.00	3.42	14.00	3.92	16.50	4.46	18.00	4.54
	4	3.40	1.10	4.30	1.28	5.30	1.60	6.20	2.06	7.70	2.40	10.00	2.92	12.00	3.20	13.50	3.74	15.00	4.26	16.00	4.50
	5	2.70	1.10	3.70	1.30	5.10	1.58	7.30	2.30	9.00	2.82	10.00	3.68	12.40	3.98	13.80	4.46	16.30	5.14	17.20	5.76
	<b>X</b>	<b>3.20</b>	<b>1.12</b>	<b>4.46</b>	<b>1.32</b>	<b>5.30</b>	<b>1.67</b>	<b>6.94</b>	<b>2.26</b>	<b>8.64</b>	<b>2.66</b>	<b>10.54</b>	<b>3.35</b>	<b>12.74</b>	<b>3.70</b>	<b>14.36</b>	<b>4.22</b>	<b>16.92</b>	<b>4.79</b>	<b>18.14</b>	<b>5.07</b>
r3	1	4.50	1.60	5.70	1.50	7.00	2.10	9.50	2.60	11.50	2.36	14.00	4.62	16.50	5.10	18.00	5.72	19.20	5.88	20.00	6.92
	2	3.50	1.00	4.50	1.30	5.40	1.58	6.70	2.00	9.00	2.34	12.50	3.20	14.50	3.76	15.80	4.06	17.50	4.50	19.50	4.84
	3	3.60	1.12	4.30	1.30	5.50	1.92	6.50	2.30	8.00	2.70	10.00	3.12	11.80	3.42	13.00	3.84	14.60	4.16	16.00	4.36
	4	3.30	1.00	4.20	1.13	5.10	1.70	6.50	2.40	8.00	2.72	10.00	3.16	12.00	3.62	13.70	4.24	15.50	4.70	16.80	5.02
	5	3.40	1.10	5.00	1.64	6.00	2.08	7.50	2.42	9.00	3.00	11.00	3.44	12.40	5.02	13.20	4.52	14.00	5.00	15.00	5.34
	<b>X</b>	<b>3.66</b>	<b>1.16</b>	<b>4.74</b>	<b>1.37</b>	<b>5.80</b>	<b>1.88</b>	<b>7.34</b>	<b>2.34</b>	<b>9.10</b>	<b>2.62</b>	<b>11.50</b>	<b>3.51</b>	<b>13.44</b>	<b>4.18</b>	<b>14.74</b>	<b>4.48</b>	<b>16.16</b>	<b>4.85</b>	<b>17.46</b>	<b>5.30</b>

**Tabla A.3.** Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T3 (cedro en bandeja con S3)

Repetición	15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días		105 días		120 días		135 días		150 días			
	Muestra		Muestra		Muestra		Muestra		Muestra		Muestra		Muestra		Muestra		Muestra		Muestra			
	28/12/2016	12/01/2017	27/01/2017	11/02/2017	26/02/2017	13/03/2017	28/03/2017	12/04/2017	27/04/2017	12/05/2017	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.
	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)
r1	1	2.50	1.00	4.30	1.18	5.30	2.00	7.00	2.26	8.00	2.58	9.50	3.34	10.70	3.42	11.70	3.78	12.50	4.06	13.00	5.24	
	2	1.50	1.00	3.30	1.38	4.70	1.92	6.10	2.30	7.20	2.60	8.70	3.04	9.50	3.34	10.30	3.72	10.70	4.12	11.70	4.03	
	3	3.50	1.10	4.60	1.36	5.40	2.00	6.20	2.40	7.50	2.56	8.70	3.02	10.00	3.50	11.00	3.84	11.50	4.20	12.40	4.54	
	4	3.90	1.00	5.30	1.40	6.00	1.82	7.80	2.46	9.00	2.82	10.20	3.26	11.50	3.72	12.20	4.22	13.00	4.56	13.50	5.06	
	5	3.50	1.10	5.60	1.60	6.30	2.00	7.20	2.32	8.50	2.88	9.50	3.30	10.50	3.70	11.50	4.04	12.00	4.30	12.70	4.42	
	<b>X</b>	<b>2.98</b>	<b>1.04</b>	<b>4.62</b>	<b>1.38</b>	<b>5.54</b>	<b>1.95</b>	<b>6.86</b>	<b>2.35</b>	<b>8.04</b>	<b>2.69</b>	<b>9.32</b>	<b>3.19</b>	<b>10.44</b>	<b>3.54</b>	<b>11.34</b>	<b>3.92</b>	<b>11.94</b>	<b>4.25</b>	<b>12.66</b>	<b>4.66</b>	
r2	1	3.20	1.20	5.30	1.50	6.30	1.90	7.00	2.20	8.50	2.60	9.50	3.24	10.90	3.52	11.70	3.08	12.50	4.22	13.30	4.34	
	2	3.40	1.50	5.00	1.60	6.00	2.20	7.50	2.48	8.50	3.30	9.80	4.10	10.60	4.62	11.30	5.10	11.80	5.20	12.30	5.56	
	3	3.50	1.10	5.00	1.20	6.00	1.78	7.20	2.18	8.50	2.72	9.90	3.42	11.00	3.94	11.60	4.40	12.50	4.64	13.00	4.88	
	4	4.50	1.20	6.30	1.58	7.00	2.02	8.00	2.42	9.00	2.12	10.20	3.68	11.20	4.00	12.30	4.62	12.70	4.82	13.00	5.00	
	5	2.60	1.00	4.20	1.20	5.30	1.82	6.50	2.20	7.50	3.00	8.80	3.30	9.50	3.84	10.00	4.28	10.50	4.66	11.40	4.96	
	<b>X</b>	<b>3.44</b>	<b>1.20</b>	<b>5.16</b>	<b>1.42</b>	<b>6.12</b>	<b>1.94</b>	<b>7.24</b>	<b>2.30</b>	<b>8.40</b>	<b>2.75</b>	<b>9.64</b>	<b>3.55</b>	<b>10.64</b>	<b>3.98</b>	<b>11.38</b>	<b>4.30</b>	<b>12.00</b>	<b>4.71</b>	<b>12.60</b>	<b>4.95</b>	
r3	1	3.00	1.28	5.60	1.70	7.80	2.30	9.20	3.30	10.50	3.82	11.70	4.52	12.00	4.66	12.00	5.02	12.30	5.20	12.50	5.22	
	2	3.10	1.10	4.70	1.10	5.30	1.68	6.50	2.08	7.00	2.70	8.30	3.22	9.00	3.72	9.70	4.22	10.40	4.42	11.00	4.86	
	3	3.10	1.00	4.60	1.30	5.50	1.90	7.00	2.10	8.50	2.58	9.50	3.30	10.50	3.80	11.60	4.42	12.50	4.76	13.50	5.26	
	4	1.70	1.00	3.60	1.28	5.00	1.70	6.00	1.90	6.50	2.30	8.00	2.76	9.70	3.00	10.00	3.20	10.50	3.50	11.00	3.58	
	5	3.00	1.18	4.20	1.28	5.10	1.58	6.40	1.92	7.70	2.50	9.00	3.20	10.20	3.40	11.00	3.90	12.20	4.26	12.50	4.50	
	<b>X</b>	<b>2.78</b>	<b>1.11</b>	<b>4.54</b>	<b>1.33</b>	<b>5.74</b>	<b>1.83</b>	<b>7.02</b>	<b>2.26</b>	<b>8.04</b>	<b>2.78</b>	<b>9.30</b>	<b>3.40</b>	<b>10.28</b>	<b>3.72</b>	<b>10.86</b>	<b>4.15</b>	<b>11.58</b>	<b>4.43</b>	<b>12.10</b>	<b>4.68</b>	

**Tabla A.4.** Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T4 (cedro en bandeja con S4)

Repetición	Muestra	15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días		105 días		120 días		135 días		150 días	
		28/12/2016		12/01/2017		27/01/2017		11/02/2017		26/02/2017		13/03/2017		28/03/2017		12/04/2017		27/04/2017		12/05/2017	
		Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)
r1	1	2.40	1.30	4.50	1.40	6.00	1.96	7.20	2.40	9.00	2.80	11.00	3.70	12.30	4.32	13.20	4.80	13.80	5.02	14.50	5.32
	2	3.60	1.28	5.70	1.70	6.80	2.06	8.80	2.70	10.50	3.40	13.00	4.12	15.00	4.52	16.30	5.00	17.50	5.24	18.00	5.54
	3	3.80	1.40	6.00	1.50	6.60	1.90	8.40	2.30	10.50	3.10	13.00	3.82	15.00	4.40	16.50	5.02	17.50	5.54	18.50	5.62
	4	4.40	1.20	5.70	1.50	7.30	2.00	9.50	2.34	12.30	3.18	16.30	3.64	18.70	4.02	20.50	4.50	21.00	4.60	21.30	4.82
	5	1.90	1.18	4.70	1.58	6.40	1.90	8.00	2.06	10.00	2.82	12.00	3.30	13.60	3.72	15.00	4.02	15.50	4.04	16.50	4.68
	<b>X</b>	<b>3.22</b>	<b>1.27</b>	<b>5.32</b>	<b>1.54</b>	<b>6.62</b>	<b>1.96</b>	<b>8.38</b>	<b>2.36</b>	<b>10.46</b>	<b>3.06</b>	<b>13.06</b>	<b>3.72</b>	<b>14.92</b>	<b>4.20</b>	<b>16.30</b>	<b>4.67</b>	<b>17.06</b>	<b>4.89</b>	<b>17.76</b>	<b>5.20</b>
r2	1	3.50	1.30	5.00	1.54	9.20	2.10	7.70	2.62	9.20	2.80	10.30	3.62	11.50	4.24	12.50	4.70	13.60	4.94	13.90	5.01
	2	3.60	1.38	5.80	1.60	6.70	2.16	8.50	2.60	10.00	3.34	12.00	3.84	13.00	4.42	13.40	4.82	13.80	5.02	13.80	5.24
	3	2.70	1.18	5.00	1.50	6.00	2.88	7.50	2.30	9.00	2.70	11.20	3.12	12.50	3.54	13.20	3.96	14.00	4.16	15.20	4.64
	4	3.70	1.10	5.90	1.40	7.40	2.10	10.30	2.66	12.00	3.32	13.50	3.96	15.00	4.56	16.00	4.88	17.00	5.10	17.90	5.34
	5	2.20	1.00	4.50	1.18	6.00	1.70	7.70	2.50	10.50	3.00	12.00	3.62	13.50	4.12	14.20	4.72	15.00	5.12	15.50	5.26
	<b>X</b>	<b>3.14</b>	<b>1.19</b>	<b>5.24</b>	<b>1.44</b>	<b>7.06</b>	<b>2.19</b>	<b>8.34</b>	<b>2.54</b>	<b>10.14</b>	<b>3.03</b>	<b>11.80</b>	<b>3.63</b>	<b>13.10</b>	<b>4.18</b>	<b>13.86</b>	<b>4.62</b>	<b>14.68</b>	<b>4.87</b>	<b>15.26</b>	<b>5.10</b>
r3	1	2.20	1.10	4.00	1.30	5.00	1.82	6.40	2.10	7.80	2.76	9.50	3.24	11.00	3.72	12.00	4.12	13.00	4.52	14.00	4.54
	2	2.40	1.10	3.80	1.18	5.30	1.76	8.00	2.12	9.50	2.80	12.50	3.52	16.20	3.98	17.70	4.32	19.50	4.64	19.50	5.01
	3	2.00	1.00	4.50	1.30	5.80	1.90	9.00	2.46	11.00	3.30	12.00	4.08	13.00	4.72	13.50	5.10	14.30	5.60	14.60	5.74
	4	1.60	1.00	3.60	1.20	4.50	1.70	6.50	2.86	8.50	2.56	10.20	2.90	11.50	3.34	13.00	5.06	13.50	4.32	14.40	4.66
	5	2.60	1.00	4.70	1.30	5.90	2.18	7.50	2.46	9.50	3.30	11.00	4.02	12.20	4.32	13.50	4.82	14.00	5.00	15.50	5.12
	<b>X</b>	<b>2.16</b>	<b>1.04</b>	<b>4.12</b>	<b>1.26</b>	<b>5.30</b>	<b>1.87</b>	<b>7.48</b>	<b>2.40</b>	<b>9.26</b>	<b>2.94</b>	<b>11.04</b>	<b>3.55</b>	<b>12.78</b>	<b>4.02</b>	<b>13.94</b>	<b>4.68</b>	<b>14.86</b>	<b>4.82</b>	<b>15.60</b>	<b>5.01</b>

**Tabla A.5.** Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T5 (cedro en bolsa con S1)

Repetición	Muestra	15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días		105 días		120 días		135 días		150 días	
		28/12/2016		12/01/2017		27/01/2017		11/02/2017		26/02/2017		13/03/2017		28/03/2017		12/04/2017		27/04/2017		12/05/2017	
		Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)
r1	1	3.40	1.00	5.20	1.32	6.00	1.70	7.60	2.40	10.00	3.66	15.00	4.44	20.50	5.70	23.50	5.64	24.00	6.06	29	6.52
	2	3.50	1.00	4.20	1.10	5.30	1.60	6.60	1.82	8.00	2.28	11.30	2.76	15.70	3.14	20.00	3.76	22.50	4.70	27	5.2
	3	3.00	1.10	4.30	1.20	5.80	1.68	7.80	2.16	11.00	2.98	14.50	4.04	17.70	4.92	19.50	5.02	20.50	5.34	24	5.96
	4	2.60	0.90	4.10	1.02	5.00	1.50	7.00	1.78	9.50	2.82	13.80	3.80	18.00	4.54	20.00	4.66	21.50	5.20	26.2	5.66
	5	2.00	0.90	2.80	1.12	4.00	1.40	5.00	1.70	5.70	2.22	7.70	2.82	9.50	3.32	13.50	3.70	15.00	4.36	18.5	4.58
	<b>X</b>	<b>2.90</b>	<b>0.98</b>	<b>4.12</b>	<b>1.15</b>	<b>5.22</b>	<b>1.58</b>	<b>6.80</b>	<b>1.97</b>	<b>8.84</b>	<b>2.79</b>	<b>12.46</b>	<b>3.57</b>	<b>16.28</b>	<b>4.32</b>	<b>19.30</b>	<b>4.56</b>	<b>20.70</b>	<b>5.13</b>	<b>24.94</b>	<b>5.58</b>
r2	1	3.00	1.00	4.40	1.12	5.50	1.54	6.50	1.92	8.00	2.56	12.00	3.06	14.50	3.20	19.60	3.32	23.00	3.64	30.6	3.78
	2	2.70	1.00	5.00	1.42	6.40	1.70	8.50	2.26	11.00	3.12	15.50	3.74	20.70	4.24	26.20	4.40	30.00	4.74	34	5.96
	3	2.60	1.00	3.80	1.24	5.20	1.78	6.50	2.20	8.00	3.02	12.80	3.14	16.70	3.52	22.00	4.12	24.50	4.62	27.6	5.98
	4	2.60	1.00	4.40	1.20	5.80	1.54	7.50	2.00	9.20	2.70	12.40	3.14	16.50	3.68	23.00	4.44	27.50	4.86	32	5.42
	5	2.60	1.00	3.70	1.30	5.00	1.62	6.20	2.10	8.00	2.80	9.50	3.08	11.70	3.40	15.50	3.72	20.50	4.08	27.5	4.38
	<b>X</b>	<b>2.70</b>	<b>1.00</b>	<b>4.26</b>	<b>1.26</b>	<b>5.58</b>	<b>1.64</b>	<b>7.04</b>	<b>2.10</b>	<b>8.84</b>	<b>2.84</b>	<b>12.44</b>	<b>3.23</b>	<b>16.02</b>	<b>3.61</b>	<b>21.26</b>	<b>4.00</b>	<b>25.10</b>	<b>4.39</b>	<b>30.34</b>	<b>5.10</b>
r3	1	2.90	0.90	3.30	1.02	4.20	1.30	5.80	1.90	7.00	2.42	10.00	2.70	15.00	3.38	20.00	3.84	25.00	4.42	33.00	5.98
	2	3.00	1.00	4.20	1.18	4.30	1.42	7.00	1.96	8.00	2.56	10.50	3.14	17.00	3.42	25.00	4.26	31.00	4.80	37.00	5.24
	3	2.00	0.90	2.60	0.80	3.50	1.20	5.40	1.54	6.50	2.02	9.00	2.34	12.50	2.64	14.00	3.32	15.50	4.08	22.20	4.62
	4	4.00	1.00	5.40	1.38	6.70	1.70	9.00	2.30	12.50	2.38	16.50	4.56	18.50	5.12	24.00	6.02	30.00	6.60	35.00	6.98
	5	1.70	0.90	3.10	1.00	4.00	1.40	5.00	1.74	6.50	2.30	10.00	2.70	13.50	3.42	18.00	4.10	25.50	4.34	31.00	4.74
	<b>X</b>	<b>2.72</b>	<b>0.94</b>	<b>3.72</b>	<b>1.08</b>	<b>4.54</b>	<b>1.40</b>	<b>6.44</b>	<b>1.89</b>	<b>8.10</b>	<b>2.34</b>	<b>11.20</b>	<b>3.09</b>	<b>15.30</b>	<b>3.60</b>	<b>20.20</b>	<b>4.31</b>	<b>25.40</b>	<b>4.85</b>	<b>31.64</b>	<b>5.51</b>

**Tabla A.6.** Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T6 (cedro en bolsa con S2)

Repetición	Muestra	15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días		105 días		120 días		135 días		150 días	
		28/12/2016		12/01/2017		27/01/2017		11/02/2017		26/02/2017		13/03/2017		28/03/2017		12/04/2017		27/04/2017		12/05/2017	
		Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)
r1	1	4.20	1.00	5.30	1.14	6.00	1.52	6.50	1.78	7.20	2.10	10.00	2.76	13.80	2.96	20.00	3.32	25.50	3.62	32.50	4.04
	2	3.40	1.00	4.80	1.30	5.80	1.80	7.50	2.28	10.00	3.06	16.00	3.78	19.50	4.34	23.00	4.74	28.50	5.60	33.00	5.94
	3	3.60	1.00	3.60	1.10	5.80	1.70	7.00	2.20	8.50	2.92	13.00	3.54	20.00	4.26	25.30	4.52	29.00	5.06	34.00	5.46
	4	3.50	1.00	4.50	1.00	5.40	1.70	6.40	1.92	8.00	2.40	11.50	3.08	17.50	3.72	23.50	4.14	29.00	4.94	36.20	5.62
	5	3.00	1.00	4.10	1.10	5.70	1.50	7.00	1.98	8.50	2.52	11.70	3.28	15.00	3.72	21.50	4.12	29.00	4.66	36.40	5.06
	<b>X</b>	<b>3.54</b>	<b>1.00</b>	<b>4.46</b>	<b>1.13</b>	<b>5.74</b>	<b>1.64</b>	<b>6.88</b>	<b>2.03</b>	<b>8.44</b>	<b>2.60</b>	<b>12.44</b>	<b>3.29</b>	<b>17.16</b>	<b>3.80</b>	<b>22.66</b>	<b>4.17</b>	<b>28.20</b>	<b>4.78</b>	<b>34.42</b>	<b>5.22</b>
r2	1	2.50	1.20	3.50	1.48	4.60	2.02	5.80	2.26	7.30	2.72	11.30	3.06	16.40	4.20	22.00	4.96	27.50	5.52	31.50	6.22
	2	3.50	1.00	3.90	1.38	5.20	1.70	6.90	2.26	8.60	3.02	12.00	3.54	15.50	4.52	20.50	4.84	23.00	5.20	27.00	5.82
	3	2.80	1.00	3.60	1.12	4.50	1.46	5.70	1.88	7.00	2.58	9.70	3.20	13.30	4.02	16.70	4.42	19.00	5.02	24.00	5.40
	4	2.50	1.00	3.30	1.08	4.20	1.50	5.40	1.94	6.50	2.42	9.00	2.80	14.00	3.14	21.50	4.00	26.50	5.02	30.50	5.26
	5	2.90	1.00	3.80	1.32	4.70	1.78	5.30	2.36	6.70	3.16	9.50	3.92	12.00	4.40	16.00	5.22	20.00	5.64	26.00	6.28
	<b>X</b>	<b>2.84</b>	<b>1.04</b>	<b>3.62</b>	<b>1.28</b>	<b>4.64</b>	<b>1.69</b>	<b>5.82</b>	<b>2.14</b>	<b>7.22</b>	<b>2.78</b>	<b>10.30</b>	<b>3.30</b>	<b>14.24</b>	<b>4.06</b>	<b>19.34</b>	<b>4.69</b>	<b>23.20</b>	<b>5.28</b>	<b>27.80</b>	<b>5.80</b>
r3	1	2.50	1.00	4.20	1.12	5.50	1.70	6.50	1.92	8.00	2.26	12.50	3.34	17.00	3.42	21.00	4.04	29.00	4.36	34.00	4.66
	2	2.50	1.00	4.80	1.06	6.00	1.84	7.30	2.16	8.50	2.72	14.00	3.42	17.00	3.74	20.80	4.32	26.50	4.62	30.00	4.74
	3	2.60	1.00	4.30	1.12	5.30	1.48	6.20	1.82	8.00	2.54	10.50	3.12	15.00	3.52	20.30	4.18	24.00	4.64	30.00	5.30
	4	2.00	1.00	3.30	1.10	4.30	1.26	5.00	1.40	6.00	1.72	7.60	2.04	11.00	2.40	14.20	2.52	18.00	3.1	22.00	3.52
	5	2.50	0.90	3.50	1.12	4.50	1.30	5.50	1.76	6.50	2.32	8.20	2.56	12.50	3.22	17.20	3.22	23.80	3.86	27.00	4.28
	<b>X</b>	<b>2.42</b>	<b>0.98</b>	<b>4.02</b>	<b>1.10</b>	<b>5.12</b>	<b>1.52</b>	<b>6.10</b>	<b>1.81</b>	<b>7.40</b>	<b>2.31</b>	<b>10.56</b>	<b>2.90</b>	<b>14.50</b>	<b>3.26</b>	<b>18.70</b>	<b>3.66</b>	<b>24.26</b>	<b>4.12</b>	<b>28.60</b>	<b>4.50</b>

**Tabla A.7.** Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T7 (cedro en bolsa con S3)

Repetición	15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días		105 días		120 días		135 días		150 días			
	Muestra		28/12/2016		12/01/2017		27/01/2017		11/02/2017		26/02/2017		13/03/2017		28/03/2017		12/04/2017		27/04/2017		12/05/2017	
	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.
	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)
r1	1	3.00	1.00	4.80	1.28	6.20	1.70	7.70	2.34	10.00	3.22	15.00	4.02	19.00	4.92	24.00	5.30	29.00	5.90	34.00	6.22	
	2	4.30	1.00	6.20	1.18	7.00	1.72	8.70	2.26	10.50	3.44	15.20	4.88	19.00	5.42	21.50	6.00	25.00	6.78	26.70	6.98	
	3	3.00	1.00	4.80	1.22	5.70	1.50	6.60	1.90	7.60	2.62	10.50	3.36	12.60	3.86	17.00	4.28	22.00	4.76	25.00	5.34	
	4	3.50	1.00	4.40	1.42	5.50	1.92	6.50	2.36	7.50	2.78	10.50	3.94	13.00	4.52	16.50	5.00	20.00	5.70	26.00	6.14	
	5	4.00	1.00	4.10	1.40	4.60	1.58	5.50	1.90	6.50	2.30	8.40	2.90	10.80	3.62	14.00	3.72	18.00	4.42	20.50	4.94	
	<b>X</b>	<b>3.56</b>	<b>1.00</b>	<b>4.86</b>	<b>1.30</b>	<b>5.80</b>	<b>1.68</b>	<b>7.00</b>	<b>2.15</b>	<b>8.42</b>	<b>2.87</b>	<b>11.92</b>	<b>3.82</b>	<b>14.88</b>	<b>4.47</b>	<b>18.60</b>	<b>4.86</b>	<b>22.80</b>	<b>5.51</b>	<b>26.44</b>	<b>5.92</b>	
r2	1	2.90	1.00	3.50	0.90	4.50	1.42	5.50	1.72	7.50	2.56	11.00	3.22	15.00	4.02	21.00	4.52	26.00	5.24	34.00	5.68	
	2	3.00	1.00	3.80	1.10	4.90	1.64	6.00	1.80	7.20	2.44	9.70	3.24	14.00	3.88	20.20	4.84	26.00	5.12	33.00	5.92	
	3	2.20	1.00	3.60	1.12	4.50	1.50	5.80	1.78	7.20	2.46	9.50	3.14	14.20	4.10	22.00	4.48	28.00	5.04	32.40	5.60	
	4	2.00	1.00	3.30	1.18	4.00	1.40	4.70	1.60	6.00	2.20	8.50	2.66	12.60	3.24	17.00	3.96	22.50	4.66	27.50	5.18	
	5	3.40	1.00	4.70	1.22	5.80	1.48	6.20	2.00	7.50	2.76	9.40	3.62	12.00	4.12	14.40	4.86	17.50	5.32	20.00	5.66	
	<b>X</b>	<b>2.70</b>	<b>1.00</b>	<b>3.78</b>	<b>1.10</b>	<b>4.74</b>	<b>1.49</b>	<b>5.64</b>	<b>1.78</b>	<b>7.08</b>	<b>2.48</b>	<b>9.62</b>	<b>3.18</b>	<b>13.56</b>	<b>3.87</b>	<b>18.92</b>	<b>4.53</b>	<b>24.00</b>	<b>5.08</b>	<b>29.38</b>	<b>5.61</b>	
r3	1	2.70	0.90	3.60	1.12	4.50	1.32	6.40	1.84	8.40	2.70	13.00	3.28	19.20	3.92	25.40	4.44	32.20	5.08	37.20	5.46	
	2	2.50	1.00	3.60	1.10	4.80	1.50	6.00	1.92	8.00	2.72	11.50	3.32	17.00	3.66	24.10	4.00	28.50	4.46	34.00	4.86	
	3	2.20	1.10	3.80	1.32	5.20	1.62	6.80	2.00	8.50	2.96	12.40	3.62	18.50	3.94	28.30	4.52	32.30	5.16	36.30	5.62	
	4	2.60	1.00	4.00	1.12	5.20	1.48	6.50	1.98	9.00	2.82	13.30	3.66	19.00	4.42	27.40	5.28	32.00	5.84	35.00	6.98	
	5	2.80	0.90	3.40	1.00	4.70	1.60	6.20	1.94	7.80	2.70	11.50	3.08	18.60	3.62	25.50	4.52	30.00	5.08	31.50	5.38	
	<b>X</b>	<b>2.56</b>	<b>0.98</b>	<b>3.68</b>	<b>1.13</b>	<b>4.88</b>	<b>1.50</b>	<b>6.38</b>	<b>1.94</b>	<b>8.34</b>	<b>2.78</b>	<b>12.34</b>	<b>3.39</b>	<b>18.46</b>	<b>3.91</b>	<b>26.14</b>	<b>4.55</b>	<b>31.00</b>	<b>5.12</b>	<b>34.80</b>	<b>5.66</b>	

**Tabla A.8.** Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T8 (cedro en bolsa con S4)

Repetición	15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días		105 días		120 días		135 días		150 días			
	Muestra		28/12/2016		12/01/2017		27/01/2017		11/02/2017		26/02/2017		13/03/2017		28/03/2017		12/04/2017		27/04/2017		12/05/2017	
	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.	Alt.	Día.
	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)	(cm)	(mm)
r1	1	4.50	1.00	5.80	1.48	6.80	1.96	8.20	2.72	10.80	3.74	14.00	4.80	18.00	5.52	21.70	5.74	25.30	6.44	31.00	6.76	
	2	4.00	1.00	5.00	1.30	6.20	1.74	7.50	2.18	9.50	2.78	14.00	3.64	17.20	4.42	20.20	4.62	23.50	5.06	28.30	5.64	
	3	4.50	1.00	5.60	1.18	7.30	2.00	9.80	2.76	12.00	4.12	18.40	5.02	22.40	6.02	24.00	6.42	26.00	6.86	29.00	7.34	
	4	3.50	1.00	5.70	1.22	6.50	1.90	9.00	2.62	11.40	3.42	14.50	4.34	17.50	5.32	22.70	5.34	27.00	6.82	32.50	7.12	
	5	3.10	0.90	4.60	1.20	6.00	1.78	8.00	2.36	10.50	3.44	15.00	4.72	20.00	5.56	22.00	6.22	23.00	6.36	26.00	6.84	
	<b>X</b>	<b>3.92</b>	<b>0.98</b>	<b>5.34</b>	<b>1.28</b>	<b>6.56</b>	<b>1.88</b>	<b>8.50</b>	<b>2.53</b>	<b>10.84</b>	<b>3.50</b>	<b>15.18</b>	<b>4.50</b>	<b>19.02</b>	<b>5.37</b>	<b>22.12</b>	<b>5.67</b>	<b>24.96</b>	<b>6.31</b>	<b>29.36</b>	<b>6.74</b>	
r2	1	3.00	1.10	5.00	1.56	6.50	1.80	9.00	2.30	11.70	3.46	17.00	4.62	19.50	5.42	22.50	6.12	26.00	6.30	30.3	6.44	
	2	3.80	1.00	4.70	1.32	6.50	1.90	8.50	2.32	11.00	3.24	14.70	4.50	17.50	5.92	20.50	5.34	23.00	5.66	26	6.98	
	3	3.20	0.90	4.40	1.20	6.00	1.80	8.50	2.26	11.00	3.56	16.00	4.46	18.70	5.24	20.00	5.52	20.50	5.96	22.3	6.28	
	4	2.50	1.00	3.80	1.18	5.00	1.68	6.50	2.22	8.50	3.24	12.20	4.22	15.00	4.96	18.00	5.46	21.00	5.92	26	6.26	
	5	2.50	0.90	3.30	1.00	4.40	1.54	6.00	1.80	7.50	2.70	11.00	3.32	13.00	4.02	15.50	4.70	18.50	5.20	23	5.72	
	<b>X</b>	<b>3.00</b>	<b>0.98</b>	<b>4.24</b>	<b>1.25</b>	<b>5.68</b>	<b>1.74</b>	<b>7.70</b>	<b>2.18</b>	<b>9.94</b>	<b>3.24</b>	<b>14.18</b>	<b>4.22</b>	<b>16.74</b>	<b>5.11</b>	<b>19.30</b>	<b>5.43</b>	<b>21.80</b>	<b>5.81</b>	<b>25.52</b>	<b>6.34</b>	
r3	1	2.00	1.00	5.00	1.28	5.90	1.82	8.20	2.50	11.80	3.18	17.50	4.02	22.00	5.10	27.50	5.56	30.00	5.94	33.50	6.40	
	2	3.20	1.00	4.50	1.20	6.50	2.02	9.50	2.60	13.30	3.64	18.60	4.70	20.60	5.32	21.50	5.80	22.13	6.28	23.00	6.64	
	3	2.80	1.00	4.20	1.30	5.70	1.62	7.70	2.24	10.50	3.06	15.00	3.64	18.00	4.32	22.00	5.22	27.00	5.48	33.50	5.82	
	4	3.00	1.00	4.30	1.18	5.50	1.70	7.00	2.28	10.00	2.96	15.30	3.30	18.00	4.22	22.00	4.86	28.50	5.3	35.00	5.72	
	5	3.60	0.90	4.20	1.24	5.70	1.62	7.50	2.00	9.70	3.02	14.80	3.64	18.20	4.72	21.80	5.12	26.60	5.8	32.00	6.36	
	<b>X</b>	<b>2.92</b>	<b>0.98</b>	<b>4.44</b>	<b>1.24</b>	<b>5.86</b>	<b>1.76</b>	<b>7.98</b>	<b>2.32</b>	<b>11.06</b>	<b>3.17</b>	<b>16.24</b>	<b>3.86</b>	<b>19.36</b>	<b>4.74</b>	<b>22.96</b>	<b>5.31</b>	<b>26.85</b>	<b>5.76</b>	<b>31.40</b>	<b>6.19</b>	

**Tabla A.9.** Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T9 (fresno en bandeja con S1)

Repetición	Muestra	15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días		105 días		120 días		135 días		150 días	
		28/12/2016		12/01/2017		27/01/2017		11/02/2017		26/02/2017		13/03/2017		28/03/2017		12/04/2017		27/04/2017		12/05/2017	
		Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)
r1	1	1.60	0.90	2.50	1.00	4.50	1.20	6.50	1.40	9.00	1.80	12.50	2.24	14.50	2.58	16.00	3.06	17.00	3.44	17.80	3.62
	2	1.20	0.90	2.80	1.00	4.00	1.12	6.40	1.32	8.00	1.78	8.50	2.26	9.00	2.20	9.50	2.44	9.60	2.64	9.70	2.82
	3	2.00	1.00	2.40	1.00	3.30	1.44	5.20	1.50	7.50	1.96	9.60	2.50	10.80	3.00	12.50	3.50	13.00	4.86	13.50	4.52
	4	1.10	0.90	3.00	1.00	4.60	1.32	6.40	1.58	9.00	1.88	11.00	2.46	13.00	2.96	13.00	3.36	13.00	4.72	13.50	3.98
	5	2.20	0.90	2.40	1.00	3.00	1.18	4.00	1.26	5.00	1.50	6.50	1.82	7.50	2.22	8.00	2.62	8.50	3.12	9.00	4.32
	<b>X</b>	<b>1.62</b>	<b>0.92</b>	<b>2.62</b>	<b>1.00</b>	<b>3.88</b>	<b>1.25</b>	<b>5.70</b>	<b>1.41</b>	<b>7.70</b>	<b>1.78</b>	<b>9.62</b>	<b>2.26</b>	<b>10.96</b>	<b>2.59</b>	<b>11.80</b>	<b>3.00</b>	<b>12.22</b>	<b>3.76</b>	<b>12.70</b>	<b>3.85</b>
r2	1	1.50	1.00	2.80	0.90	3.50	1.08	4.70	1.38	6.00	1.88	8.40	2.12	9.20	2.42	9.60	3.02	10.50	3.42	11.00	3.82
	2	2.50	1.00	3.20	0.90	4.30	1.30	6.50	1.58	8.00	2.00	9.00	2.72	10.50	3.00	10.60	3.26	11.00	3.50	12.70	3.66
	3	2.00	1.00	3.00	1.00	3.80	1.28	5.00	1.36	8.20	1.72	11.20	2.22	12.20	2.72	12.70	3.32	13.50	3.72	13.60	4.03
	4	2.20	1.00	3.30	1.04	3.80	1.26	5.50	1.44	7.20	1.90	9.00	2.24	9.20	2.46	10.00	2.84	11.00	3.00	11.20	3.24
	5	2.20	1.00	2.80	1.18	3.40	1.50	4.50	1.60	5.80	1.78	6.50	2.16	7.50	2.32	8.00	2.86	8.00	3.00	8.50	3.22
	<b>X</b>	<b>2.08</b>	<b>1.00</b>	<b>3.02</b>	<b>1.00</b>	<b>3.76</b>	<b>1.28</b>	<b>5.24</b>	<b>1.47</b>	<b>7.04</b>	<b>1.86</b>	<b>8.82</b>	<b>2.29</b>	<b>9.72</b>	<b>2.58</b>	<b>10.18</b>	<b>3.06</b>	<b>10.80</b>	<b>3.33</b>	<b>11.40</b>	<b>3.59</b>
r3	1	2.20	1.00	3.20	1.02	3.50	1.22	5.00	1.24	7.00	1.60	9.00	2.10	10.00	2.36	10.50	2.80	11.00	3.04	11.50	3.22
	2	2.50	1.00	3.30	1.00	3.80	1.18	5.30	1.28	7.50	1.80	10.00	2.32	11.00	2.82	11.70	3.22	12.50	3.54	13.70	3.86
	3	2.00	1.00	2.70	1.04	3.30	1.38	5.40	1.52	7.50	2.00	9.00	2.80	9.20	3.36	10.60	3.96	11.20	4.36	11.50	4.52
	4	1.40	1.20	1.60	1.02	2.20	1.38	4.00	1.40	6.00	1.60	8.50	2.00	10.20	2.40	11.20	2.92	13.00	3.32	13.50	3.50
	5	1.10	1.10	2.60	1.00	3.30	1.30	5.20	1.58	6.50	2.20	8.00	2.56	9.00	3.00	9.50	3.32	9.80	3.74	10.00	3.88
	<b>X</b>	<b>1.84</b>	<b>1.06</b>	<b>2.68</b>	<b>1.02</b>	<b>3.22</b>	<b>1.29</b>	<b>4.98</b>	<b>1.40</b>	<b>6.90</b>	<b>1.84</b>	<b>8.90</b>	<b>2.36</b>	<b>9.88</b>	<b>2.79</b>	<b>10.70</b>	<b>3.24</b>	<b>11.50</b>	<b>3.60</b>	<b>12.04</b>	<b>3.80</b>



**Tabla A.10.** Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T10 (fresno en bandeja con S2)

Repetición	Muestra	15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días		105 días		120 días		135 días		150 días	
		28/12/2016		12/01/2017		27/01/2017		11/02/2017		26/02/2017		13/03/2017		28/03/2017		12/04/2017		27/04/2017		12/05/2017	
		Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)
r1	1	1.20	0.80	2.50	1.00	3.80	1.40	5.20	1.42	6.50	1.72	9.00	2.32	11.30	2.64	12.00	3.00	12.30	3.22	13.00	3.40
	2	2.50	1.00	3.70	1.18	4.50	1.38	5.80	1.40	7.30	1.64	10.00	2.02	12.30	2.36	15.00	2.88	15.00	3.16	16.20	3.48
	3	2.20	1.30	2.50	1.08	3.80	1.50	6.80	1.70	9.70	2.30	13.00	2.36	13.30	3.00	13.70	3.52	14.00	5.22	14.50	5.32
	4	1.50	1.00	2.70	1.10	3.80	1.38	5.30	1.62	7.00	1.90	9.80	2.02	11.70	2.72	13.00	3.34	14.00	3.60	15.50	5.90
	5	1.50	1.00	2.80	1.02	3.60	1.40	4.70	1.50	6.00	1.90	8.00	2.26	10.00	2.58	10.00	3.00	10.50	3.20	11.00	3.56
	<b>X</b>	<b>1.78</b>	<b>1.02</b>	<b>2.84</b>	<b>1.08</b>	<b>3.90</b>	<b>1.41</b>	<b>5.56</b>	<b>1.53</b>	<b>7.30</b>	<b>1.89</b>	<b>9.96</b>	<b>2.20</b>	<b>11.72</b>	<b>2.66</b>	<b>12.74</b>	<b>3.15</b>	<b>13.16</b>	<b>3.68</b>	<b>14.04</b>	<b>4.33</b>
r2	1	2.00	1.00	3.00	1.00	3.70	1.20	4.70	1.28	6.50	1.64	8.00	1.98	9.20	2.42	10.00	2.68	10.50	2.96	11.60	3.98
	2	2.70	1.10	3.70	1.14	4.20	1.44	5.40	1.60	7.20	2.00	9.20	2.74	10.00	3.20	11.20	3.54	12.00	4.04	12.50	4.50
	3	2.80	1.00	3.20	1.18	3.50	1.40	4.20	1.50	6.00	1.90	8.00	2.18	9.00	2.46	10.60	3.02	10.70	3.50	11.00	3.66
	4	2.00	1.00	3.40	1.08	4.30	1.42	5.00	1.66	7.00	2.02	9.50	2.58	10.50	3.04	11.00	3.36	12.00	4.92	12.50	4.98
	5	2.30	1.00	3.20	1.10	3.50	1.42	4.20	1.62	6.00	1.92	8.70	2.54	10.30	3.04	11.00	3.44	11.60	3.98	12.50	4.90
	<b>X</b>	<b>2.36</b>	<b>1.02</b>	<b>3.30</b>	<b>1.10</b>	<b>3.84</b>	<b>1.38</b>	<b>4.70</b>	<b>1.53</b>	<b>6.54</b>	<b>1.90</b>	<b>8.68</b>	<b>2.40</b>	<b>9.80</b>	<b>2.83</b>	<b>10.76</b>	<b>3.21</b>	<b>11.36</b>	<b>3.88</b>	<b>12.02</b>	<b>4.40</b>
r3	1	1.80	1.00	2.50	1.06	3.60	1.60	5.40	1.46	7.20	2.02	9.50	2.46	10.50	3.18	11.00	3.54	11.50	3.82	12.00	3.86
	2	1.20	1.00	1.50	1.00	3.20	1.20	3.90	1.40	5.30	1.90	8.00	2.30	9.80	2.72	11.00	3.50	11.70	3.54	12.30	3.74
	3	1.80	1.00	3.00	1.10	3.70	1.40	5.30	1.60	7.50	1.92	10.70	2.34	13.00	2.76	13.50	3.24	13.60	3.62	14.80	3.90
	4	1.90	1.00	3.40	1.12	4.00	1.46	5.30	1.70	6.70	2.00	9.50	2.60	10.60	3.02	11.40	3.54	12.00	3.96	12.50	4.94
	5	1.50	1.00	2.50	1.10	3.40	1.42	6.00	1.52	8.00	1.84	10.50	2.40	14.00	2.96	14.60	3.24	15.00	4.50	15.30	4.64
	<b>X</b>	<b>1.64</b>	<b>1.00</b>	<b>2.58</b>	<b>1.08</b>	<b>3.58</b>	<b>1.42</b>	<b>5.18</b>	<b>1.54</b>	<b>6.94</b>	<b>1.94</b>	<b>9.64</b>	<b>2.42</b>	<b>11.58</b>	<b>2.93</b>	<b>12.30</b>	<b>3.41</b>	<b>12.76</b>	<b>3.89</b>	<b>13.38</b>	<b>4.22</b>

**Tabla A.11.** Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T11 (fresno en bandeja con S3)

Repetición	Muestra	15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días		105 días		120 días		135 días		150 días	
		28/12/2016		12/01/2017		27/01/2017		11/02/2017		26/02/2017		13/03/2017		28/03/2017		12/04/2017		27/04/2017		12/05/2017	
		Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)
r1	1	2.00	1.00	2.50	1.10	4.70	1.50	7.00	1.58	8.00	1.90	10.00	2.32	10.50	2.64	11.40	3.06	12.20	3.44	12.50	3.68
	2	1.90	1.00	3.30	1.10	5.50	1.48	9.40	1.96	10.80	2.40	13.00	2.74	13.20	3.02	14.50	3.04	14.80	3.50	15.00	3.52
	3	1.60	0.90	3.20	1.20	4.50	1.50	7.90	1.76	8.70	2.00	9.80	2.56	10.00	2.80	10.50	3.12	10.00	3.24	10.60	3.48
	4	1.20	1.00	3.20	1.00	4.40	1.18	7.90	1.60	9.50	2.20	10.00	2.50	10.30	2.62	11.00	3.06	11.00	3.26	11.40	3.34
	5	2.00	1.00	3.00	1.00	5.00	1.30	8.40	1.60	9.60	2.00	10.50	2.26	12.00	2.50	12.50	2.88	13.20	3.44	13.80	3.50
	<b>X</b>	<b>1.74</b>	<b>0.98</b>	<b>3.04</b>	<b>1.08</b>	<b>4.82</b>	<b>1.39</b>	<b>8.12</b>	<b>1.70</b>	<b>9.32</b>	<b>2.10</b>	<b>10.66</b>	<b>2.48</b>	<b>11.20</b>	<b>2.72</b>	<b>11.98</b>	<b>3.03</b>	<b>12.24</b>	<b>3.38</b>	<b>12.66</b>	<b>3.50</b>
r2	1	1.50	1.00	2.70	1.12	3.90	1.36	6.00	1.50	7.70	1.92	8.50	2.32	8.60	2.54	9.60	2.70	10.00	3.96	10.00	5.02
	2	2.20	1.00	3.00	1.32	5.00	1.44	8.70	1.54	11.00	2.10	12.00	2.82	14.00	3.52	14.50	3.74	14.80	4.18	15.00	4.34
	3	2.10	0.90	3.20	1.00	4.20	1.30	6.40	1.42	7.70	1.96	9.30	2.42	9.60	2.76	10.00	3.20	10.50	3.46	10.60	3.72
	4	2.80	1.00	3.00	0.90	4.20	1.32	6.50	1.50	8.00	2.10	9.30	2.60	9.50	2.94	9.60	3.12	10.00	3.46	10.30	3.68
	5	2.00	0.80	2.20	0.90	2.50	1.40	46.00	1.58	6.80	1.98	9.00	2.08	9.00	2.50	9.30	3.08	9.50	3.42	9.90	3.94
	<b>X</b>	<b>2.12</b>	<b>0.94</b>	<b>2.82</b>	<b>1.05</b>	<b>3.96</b>	<b>1.36</b>	<b>14.72</b>	<b>1.51</b>	<b>8.24</b>	<b>2.01</b>	<b>9.62</b>	<b>2.45</b>	<b>10.14</b>	<b>2.85</b>	<b>10.60</b>	<b>3.17</b>	<b>10.96</b>	<b>3.70</b>	<b>11.16</b>	<b>4.14</b>
r3	1	2.40	1.00	3.50	1.00	4.70	1.42	6.50	1.40	7.50	1.90	7.80	2.34	9.00	2.56	9.00	2.72	9.20	3.10	10.00	3.22
	2	2.50	1.00	3.00	1.06	3.60	1.32	5.50	1.48	7.50	1.92	8.50	2.50	9.00	2.86	10.20	3.34	10.50	3.62	11.00	3.66
	3	2.20	1.00	2.70	1.00	3.70	1.20	5.50	1.44	7.30	1.90	9.00	2.22	9.20	2.54	10.50	2.86	10.50	3.18	10.70	3.28
	4	2.10	0.90	3.00	1.02	3.50	1.44	5.80	1.60	7.00	1.92	7.50	2.30	8.30	2.60	8.50	3.00	8.90	3.36	9.00	3.56
	5	1.20	1.00	2.20	1.10	2.80	1.20	4.50	1.38	6.00	1.80	7.00	2.02	7.80	2.26	8.00	2.50	8.50	2.80	8.70	2.86
	<b>X</b>	<b>2.08</b>	<b>0.98</b>	<b>2.88</b>	<b>1.04</b>	<b>3.66</b>	<b>1.32</b>	<b>5.56</b>	<b>1.46</b>	<b>7.06</b>	<b>1.89</b>	<b>7.96</b>	<b>2.28</b>	<b>8.66</b>	<b>2.56</b>	<b>9.24</b>	<b>2.88</b>	<b>9.52</b>	<b>3.21</b>	<b>9.88</b>	<b>3.32</b>

**Tabla A.12.** Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T12 (fresno en bandeja con S4)

Repetición	Muestra	15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días		105 días		120 días		135 días		150 días	
		28/12/2016		12/01/2017		27/01/2017		11/02/2017		26/02/2017		13/03/2017		28/03/2017		12/04/2017		27/04/2017		12/05/2017	
		Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)
r1	1	3.00	1.00	3.60	1.10	5.50	1.58	8.00	2.00	9.20	2.36	10.00	2.68	10.20	3.00	10.00	3.46	10.40	3.84	10.40	3.96
	2	1.80	1.00	2.70	1.20	4.00	1.45	6.70	1.70	8.50	2.20	9.50	2.92	10.20	3.42	10.50	3.68	10.90	4.24	11.00	4.32
	3	1.20	1.00	2.40	1.00	3.70	1.58	6.70	1.78	8.80	2.10	10.00	2.60	11.40	3.02	11.70	3.48	12.00	3.76	12.50	3.94
	4	2.50	1.00	2.70	1.10	3.20	1.50	4.30	1.60	5.50	1.92	6.00	2.00	6.50	2.12	7.00	2.30	7.20	2.42	8.00	2.52
	5	1.70	1.00	2.80	1.00	3.70	1.42	5.50	1.40	7.90	1.96	9.50	2.32	9.50	3.00	10.50	3.36	10.80	3.70	11.00	3.82
	<b>X</b>	<b>2.04</b>	<b>1.00</b>	<b>2.84</b>	<b>1.08</b>	<b>4.02</b>	<b>1.51</b>	<b>6.24</b>	<b>1.70</b>	<b>7.98</b>	<b>2.11</b>	<b>9.00</b>	<b>2.50</b>	<b>9.56</b>	<b>2.91</b>	<b>9.94</b>	<b>3.26</b>	<b>10.26</b>	<b>3.59</b>	<b>10.58</b>	<b>3.71</b>
r2	1	2.50	1.30	2.90	1.24	4.80	1.36	7.70	1.88	9.50	2.14	10.00	2.64	12.40	3.00	13.00	3.30	13.70	3.56	14.00	3.78
	2	1.90	1.00	4.50	1.52	6.60	1.76	11.00	2.00	14.00	2.70	16.30	3.10	17.00	3.46	18.30	4.02	18.70	4.24	19.50	4.44
	3	2.50	1.00	3.50	1.18	5.20	1.60	8.30	1.76	11.00	2.40	12.40	3.14	14.00	3.58	16.00	4.04	16.30	4.42	16.50	4.64
	4	2.30	1.00	2.50	1.00	2.70	1.20	4.00	1.30	5.00	1.60	6.60	1.92	7.50	2.20	9.00	2.60	9.00	2.84	9.50	3.30
	5	1.60	1.00	3.40	1.16	4.50	1.52	6.50	1.86	9.40	2.06	11.80	2.74	13.80	3.14	14.50	3.74	15.50	4.06	16.00	4.46
	<b>X</b>	<b>2.16</b>	<b>1.06</b>	<b>3.36</b>	<b>1.22</b>	<b>4.76</b>	<b>1.49</b>	<b>7.50</b>	<b>1.76</b>	<b>9.78</b>	<b>2.18</b>	<b>11.42</b>	<b>2.71</b>	<b>12.94</b>	<b>3.08</b>	<b>14.16</b>	<b>3.54</b>	<b>14.64</b>	<b>3.82</b>	<b>15.10</b>	<b>4.12</b>
r3	1	2.20	1.00	3.90	1.30	5.50	1.50	8.50	1.90	11.00	2.72	12.50	3.10	14.00	3.82	15.00	4.12	15.00	4.26	16.00	4.46
	2	2.00	1.00	3.80	1.10	5.20	1.38	7.80	1.96	10.80	2.64	13.00	3.46	13.20	3.92	13.70	4.52	14.00	4.80	14.00	5.12
	3	1.70	1.00	2.60	1.20	4.00	1.58	6.60	2.00	9.80	2.70	11.00	3.34	15.20	4.00	15.60	4.40	16.00	4.68	16.50	4.82
	4	1.80	1.20	3.30	1.18	4.40	1.60	6.50	1.76	9.00	2.30	11.50	2.92	13.00	3.44	13.50	3.80	14.50	4.12	15.40	4.46
	5	2.00	1.00	3.00	0.90	4.20	1.20	6.00	1.32	8.30	2.16	10.00	2.72	10.50	3.00	11.60	3.72	12.00	4.04	12.00	5.22
	<b>X</b>	<b>1.94</b>	<b>1.04</b>	<b>3.32</b>	<b>1.14</b>	<b>4.66</b>	<b>1.45</b>	<b>7.08</b>	<b>1.79</b>	<b>9.78</b>	<b>2.50</b>	<b>11.60</b>	<b>3.11</b>	<b>13.18</b>	<b>3.64</b>	<b>13.88</b>	<b>4.11</b>	<b>14.30</b>	<b>4.38</b>	<b>14.78</b>	<b>4.82</b>

**Tabla A.13.** Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T13 (fresno en bolsa con S1)

Repetición	Muestra	15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días		105 días		120 días		135 días		150 días	
		28/12/2016		12/01/2017		27/01/2017		11/02/2017		26/02/2017		13/03/2017		28/03/2017		12/04/2017		27/04/2017		12/05/2017	
		Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)
r1	1	2.90	1.00	3.70	1.08	5.30	1.50	8.70	2.10	12.50	2.96	16.70	4.06	18.00	4.42	19.50	4.82	21	5.8	21.50	5.82
	2	2.20	1.00	3.50	1.06	5.80	1.50	10.00	1.72	14.30	2.58	19.20	3.54	25.00	4.20	28.30	4.64	29.4	4.98	32.00	5.24
	3	1.50	0.90	2.60	1.18	4.00	1.58	6.70	1.50	9.50	2.76	13.00	3.20	15.00	3.74	16.00	4.00	16	4.2	16.00	4.28
	4	3.00	1.00	3.80	1.30	6.00	1.60	8.70	2.26	12.00	3.00	16.50	4.12	18.50	4.52	19.30	4.62	20.5	5.7	21.00	5.82
	5	1.30	1.00	2.20	1.10	4.00	1.42	7.30	1.78	11.00	2.36	16.20	3.20	18.50	3.92	20.60	4.42	21.5	4.86	22.50	5.96
	<b>X</b>	<b>2.18</b>	<b>0.98</b>	<b>3.16</b>	<b>1.14</b>	<b>5.02</b>	<b>1.52</b>	<b>8.28</b>	<b>1.87</b>	<b>11.86</b>	<b>2.73</b>	<b>16.32</b>	<b>3.62</b>	<b>19.00</b>	<b>4.16</b>	<b>20.74</b>	<b>4.50</b>	<b>21.68</b>	<b>5.11</b>	<b>22.60</b>	<b>5.42</b>
r2	1	1.20	1.00	2.70	1.20	3.80	1.18	5.50	1.30	6.50	2.22	9.00	2.96	10.00	3.12	12.40	3.88	12.50	4.06	12.50	4.34
	2	2.80	1.00	3.40	1.24	5.00	1.32	7.20	1.80	9.70	2.54	15.00	3.22	19.00	3.54	19.30	3.66	20.00	4.36	23.40	4.96
	3	1.30	0.90	2.30	1.12	4.00	1.40	6.20	2.00	7.80	2.96	11.80	4.20	13.50	4.74	15.50	4.82	16.00	5.38	16.20	5.66
	4	1.40	1.20	2.50	1.18	4.00	1.48	6.30	1.70	9.00	2.54	13.50	3.34	16.00	4.04	17.30	5.02	18.00	5.42	18.70	6.14
	5	1.20	0.90	2.80	0.90	4.20	1.46	7.00	1.58	9.20	2.40	14.00	3.00	16.50	3.32	20.00	3.96	21.00	4.52	22.00	5.62
	<b>X</b>	<b>1.58</b>	<b>1.00</b>	<b>2.74</b>	<b>1.13</b>	<b>4.20</b>	<b>1.37</b>	<b>6.44</b>	<b>1.68</b>	<b>8.44</b>	<b>2.53</b>	<b>12.66</b>	<b>3.34</b>	<b>15.00</b>	<b>3.75</b>	<b>16.90</b>	<b>4.27</b>	<b>17.50</b>	<b>4.75</b>	<b>18.56</b>	<b>5.34</b>
r3	1	1.20	0.90	2.80	1.06	5.00	1.38	8.20	1.88	11.50	2.56	17.50	3.10	20.00	3.76	21.00	4.26	22.50	4.36	23.00	4.68
	2	2.00	0.90	2.80	1.02	4.50	1.08	7.00	1.30	10.00	1.90	15.50	2.30	18.00	2.72	19.20	3.34	21.00	3.48	23.00	3.90
	3	1.20	0.90	2.70	1.08	5.00	1.28	9.00	1.90	13.00	2.56	18.60	3.20	24.50	4.42	27.00	4.92	27.00	4.66	27.50	5.96
	4	2.00	1.00	3.70	1.18	5.00	1.70	8.00	2.42	11.50	3.08	16.50	4.02	19.00	4.66	21.70	5.30	22.00	5.54	22.00	6.94
	5	1.70	1.00	3.00	0.90	4.30	1.20	6.50	1.72	9.00	2.26	12.60	2.60	16.00	3.08	19.00	3.64	19.00	3.90	19.50	4.46
	<b>X</b>	<b>1.62</b>	<b>0.94</b>	<b>3.00</b>	<b>1.05</b>	<b>4.76</b>	<b>1.33</b>	<b>7.74</b>	<b>1.84</b>	<b>11.00</b>	<b>2.47</b>	<b>16.14</b>	<b>3.04</b>	<b>19.50</b>	<b>3.73</b>	<b>21.58</b>	<b>4.29</b>	<b>22.30</b>	<b>4.39</b>	<b>23.00</b>	<b>5.19</b>

**Tabla A.14.** Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T14 (fresno en bolsa con S2)

Repetición	Muestra	15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días		105 días		120 días		135 días		150 días	
		28/12/2016		12/01/2017		27/01/2017		11/02/2017		26/02/2017		13/03/2017		28/03/2017		12/04/2017		27/04/2017		12/05/2017	
		Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)
r1	1	2.20	0.90	3.30	1.06	4.30	1.28	5.70	1.64	7.50	2.22	11.00	2.80	15.00	3.62	18.50	4.32	20	4.82	20.80	5.38
	2	1.50	1.00	2.80	1.28	3.90	1.90	5.00	1.82	7.30	2.76	11.00	2.78	14.00	3.00	15.20	3.22	15.8	3.54	18.00	3.98
	3	2.00	0.90	3.30	1.00	4.20	1.36	6.00	1.62	7.50	2.36	11.20	3.38	14.50	4.10	15.00	4.00	15.4	4.32	16.00	4.92
	4	1.50	1.00	3.20	1.12	4.00	1.60	5.70	1.76	8.00	2.32	11.60	3.08	13.50	3.44	13.60	3.44	14	4.72	14.20	4.86
	5	2.50	0.90	3.70	1.12	5.00	1.32	7.00	1.68	9.00	2.44	12.00	3.10	12.70	3.72	13.80	4.24	--	--	--	--
	<b>X</b>	<b>1.94</b>	<b>0.94</b>	<b>3.26</b>	<b>1.12</b>	<b>4.28</b>	<b>1.49</b>	<b>5.88</b>	<b>1.70</b>	<b>7.86</b>	<b>2.42</b>	<b>11.36</b>	<b>3.03</b>	<b>13.94</b>	<b>3.58</b>	<b>15.22</b>	<b>3.84</b>	<b>16.30</b>	<b>4.35</b>	<b>17.25</b>	<b>4.79</b>
r2	1	2.00	1.10	3.00	0.90	3.50	1.50	5.00	1.64	7.20	2.06	11.00	2.12	15.00	2.30	19.00	2.62	20.60	2.92	23.00	3.32
	2	1.50	1.00	3.00	1.12	4.70	1.38	7.70	1.88	11.50	2.58	18.00	3.24	23.20	3.70	26.00	4.40	28.50	5.24	30.20	5.54
	3	2.40	1.00	3.70	1.20	4.60	1.20	6.00	1.54	9.00	2.02	14.60	2.60	18.40	3.02	22.60	3.64	25.00	3.96	27.00	3.98
	4	2.00	1.40	4.00	1.10	5.60	1.58	7.70	2.26	9.50	2.84	13.50	3.48	15.50	4.20	17.00	4.34	17.00	4.82	17.50	4.72
	5	1.00	1.00	1.80	1.10	3.70	1.80	5.50	2.32	7.00	2.58	9.40	2.70	12.50	2.80	13.50	3.10	15.00	5.80	16.70	4.54
	<b>X</b>	<b>1.78</b>	<b>1.10</b>	<b>3.10</b>	<b>1.08</b>	<b>4.42</b>	<b>1.49</b>	<b>6.38</b>	<b>1.93</b>	<b>8.84</b>	<b>2.42</b>	<b>13.30</b>	<b>2.83</b>	<b>16.92</b>	<b>3.20</b>	<b>19.62</b>	<b>3.62</b>	<b>21.22</b>	<b>4.55</b>	<b>22.88</b>	<b>4.42</b>
r3	1	1.50	0.90	2.50	1.02	3.20	1.08	4.50	1.22	5.60	1.68	8.00	1.92	9.00	2.12	9.70	2.42	10.00	2.46	10.60	2.74
	2	1.00	1.00	1.70	1.20	2.80	1.50	4.60	1.42	6.50	2.60	10.00	3.12	13.00	3.22	16.50	3.92	19.50	4.50	21.00	5.28
	3	1.50	1.10	2.80	1.18	3.70	1.50	6.00	2.04	8.00	2.26	12.00	2.76	15.00	3.50	18.70	4.00	21.13	4.76	23.50	4.98
	4	1.40	0.90	2.70	1.00	4.00	1.36	7.00	1.94	9.00	2.52	13.00	3.36	16.20	3.24	20.10	4.52	20.50	4.98	21.50	5.06
	5	2.20	1.00	3.40	1.02	5.00	1.20	7.80	2.00	11.00	2.68	16.10	4.04	20.50	4.50	23.00	5.02	24.00	5.70	25.00	6.08
	<b>X</b>	<b>1.52</b>	<b>0.98</b>	<b>2.62</b>	<b>1.08</b>	<b>3.74</b>	<b>1.33</b>	<b>5.98</b>	<b>1.72</b>	<b>8.02</b>	<b>2.35</b>	<b>11.82</b>	<b>3.04</b>	<b>14.74</b>	<b>3.32</b>	<b>17.60</b>	<b>3.98</b>	<b>19.03</b>	<b>4.48</b>	<b>20.32</b>	<b>4.83</b>

**Tabla A.15.** Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T15 (fresno en bolsa con S3)

Repetición	Muestra	15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días		105 días		120 días		135 días		150 días	
		28/12/2016		12/01/2017		27/01/2017		11/02/2017		26/02/2017		13/03/2017		28/03/2017		12/04/2017		27/04/2017		12/05/2017	
		Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)
r1	1	2.10	1.00	3.00	1.32	5.30	1.78	8.50	2.20	11.70	3.48	16.00	4.46	20.00	4.92	23.50	5.30	25	5.82	26.00	6.98
	2	2.00	0.90	2.50	0.80	4.40	1.18	7.20	1.72	10.00	2.50	14.50	3.16	18.00	3.32	20.00	4.16	21.5	5	22.50	5.26
	3	1.50	1.20	2.70	1.02	5.00	1.40	8.00	2.00	10.00	2.92	13.00	3.40	15.00	4.04	17.00	4.44	17.7	5.02	18.00	4.94
	4	1.80	1.00	1.70	1.42	4.00	1.50	7.30	2.12	11.50	3.20	17.00	3.80	24.00	4.90	26.50	5.32	28	5.36	30.00	5.80
	5	1.80	0.90	2.80	1.18	5.40	1.30	8.00	2.18	11.00	2.72	16.00	3.32	19.00	4.02	20.50	4.44	31.5	4.92	23.50	4.94
	<b>X</b>	<b>1.84</b>	<b>1.00</b>	<b>2.54</b>	<b>1.15</b>	<b>4.82</b>	<b>1.43</b>	<b>7.80</b>	<b>2.04</b>	<b>10.84</b>	<b>2.96</b>	<b>15.30</b>	<b>3.63</b>	<b>19.20</b>	<b>4.24</b>	<b>21.50</b>	<b>4.73</b>	<b>24.74</b>	<b>5.22</b>	<b>24.00</b>	<b>5.58</b>
r2	1	1.40	1.00	2.50	1.00	5.00	1.70	8.00	1.88	12.00	2.56	17.20	3.36	20.60	3.96	22.10	4.42	23.00	5.10	25.00	5.32
	2	1.60	0.90	2.80	1.12	3.60	1.20	6.80	1.58	9.20	2.24	12.60	3.02	17.00	3.52	21.30	4.06	22.50	4.15	23.20	4.52
	3	1.50	0.90	2.50	1.10	4.00	1.40	6.00	1.82	7.70	2.72	11.00	3.62	14.00	4.44	17.00	4.66	19.00	4.92	20.00	5.10
	4	1.50	0.90	2.90	1.18	4.80	1.60	8.40	1.88	12.00	2.60	17.00	3.26	19.60	4.06	22.50	4.54	23.00	5.00	24.50	5.22
	5	1.60	1.00	2.90	0.90	4.50	1.20	7.50	1.62	10.50	2.02	14.50	3.10	18.00	3.46	20.00	4.04	20.00	5.06	20.00	5.10
	<b>X</b>	<b>1.52</b>	<b>0.94</b>	<b>2.72</b>	<b>1.06</b>	<b>4.38</b>	<b>1.42</b>	<b>7.34</b>	<b>1.76</b>	<b>10.28</b>	<b>2.43</b>	<b>14.46</b>	<b>3.27</b>	<b>17.84</b>	<b>3.89</b>	<b>20.58</b>	<b>4.34</b>	<b>21.50</b>	<b>4.85</b>	<b>22.54</b>	<b>5.05</b>
r3	1	2.00	0.90	3.20	0.90	4.60	1.22	6.80	1.88	8.80	2.40	12.10	3.20	14.00	3.60	16.70	4.12	17.70	4.46	18.70	4.68
	2	2.00	1.00	3.60	1.12	6.50	1.70	12.00	2.08	16.50	2.70	21.30	3.44	25.50	4.30	26.00	4.72	26.70	4.82	30.00	5.28
	3	2.00	1.00	3.70	1.22	6.60	1.50	11.00	2.20	14.00	3.10	17.00	4.20	18.00	4.62	18.00	5.00	18.00	5.66	18.50	5.74
	4	1.40	0.90	3.00	0.80	4.80	1.06	8.00	1.92	11.00	2.52	14.50	3.42	17.00	3.80	20.50	4.34	21.00	4.42	21.70	4.68
	5	1.20	0.90	2.50	0.90	3.70	1.06	6.30	1.90	8.50	2.62	10.60	2.90	12.50	3.12	14.80	3.48	15.00	4.36	15.50	4.46
	<b>X</b>	<b>1.72</b>	<b>0.94</b>	<b>3.20</b>	<b>0.99</b>	<b>5.24</b>	<b>1.31</b>	<b>8.82</b>	<b>2.00</b>	<b>11.76</b>	<b>2.67</b>	<b>15.10</b>	<b>3.43</b>	<b>17.40</b>	<b>3.89</b>	<b>19.20</b>	<b>4.33</b>	<b>19.68</b>	<b>4.74</b>	<b>20.88</b>	<b>4.97</b>

**Tabla A.16.** Evaluación de altura de plantón y diámetro de tallo en el tratamiento T16 (fresno en bolsa con S4)

Repetición	Muestra	15 días		30 días		45 días		60 días		75 días		90 días		105 días		120 días		135 días		150 días	
		28/12/2016		12/01/2017		27/01/2017		11/02/2017		26/02/2017		13/03/2017		28/03/2017		12/04/2017		27/04/2017		12/05/2017	
		Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)	Alt. (cm)	Día. (mm)
r1	1	2.20	0.90	3.60	1.12	6.50	1.50	11.50	2.12	16.00	2.86	20.80	3.76	24.50	4.82	27.40	5.08	29.00	6.14	31.50	6.98
	2	2.50	1.00	4.00	1.22	6.00	1.50	9.70	2.10	14.00	2.76	19.50	4.10	24.50	4.12	26.00	4.34	26.50	4.76	29.50	5.52
	3	2.00	1.20	3.50	1.18	6.50	1.92	11.50	2.84	14.50	3.90	19.00	4.98	21.50	5.04	22.40	5.44	23.50	6.58	25.50	6.94
	4	2.20	1.00	2.50	1.10	4.00	1.48	9.50	2.22	14.00	3.32	19.50	4.02	23.00	4.84	24.30	4.92	24.50	5.42	25.00	6.14
	5	1.80	1.00	3.00	0.90	5.00	1.20	9.50	1.80	13.00	2.40	19.00	3.50	22.50	3.58	23.80	4.72	25.00	5.18	28.00	5.66
	<b>X</b>	<b>2.14</b>	<b>1.02</b>	<b>3.32</b>	<b>1.10</b>	<b>5.60</b>	<b>1.52</b>	<b>10.34</b>	<b>2.22</b>	<b>14.30</b>	<b>3.05</b>	<b>19.56</b>	<b>4.07</b>	<b>23.20</b>	<b>4.48</b>	<b>24.78</b>	<b>4.90</b>	<b>25.70</b>	<b>5.62</b>	<b>27.90</b>	<b>6.25</b>
r2	1	1.50	1.00	2.60	1.08	4.80	1.38	8.50	1.92	13.00	2.88	19.00	3.68	22.00	4.04	23.20	5.10	23.50	5.16	24.50	5.82
	2	1.60	1.00	3.30	1.00	6.00	1.84	11.00	2.10	15.50	2.92	20.00	4.60	23.00	4.66	23.00	4.82	23.50	5.24	26.00	5.84
	3	1.30	1.00	2.40	1.36	4.00	1.96	6.50	2.56	9.00	3.20	11.00	4.42	11.20	4.52	11.70	5.04	12.00	5.36	12.00	6.54
	4	1.50	0.90	3.00	0.80	4.20	1.30	6.90	1.68	9.50	2.32	13.50	3.42	16.00	3.54	18.00	4.32	18.50	4.38	18.50	4.40
	5	1.00	1.00	2.00	1.20	3.60	1.80	6.60	2.16	10.00	2.70	16.00	3.90	17.50	4.44	20.10	5.02	21.50	5.36	22.00	5.94
	<b>X</b>	<b>1.38</b>	<b>0.98</b>	<b>2.66</b>	<b>1.09</b>	<b>4.52</b>	<b>1.66</b>	<b>7.90</b>	<b>2.08</b>	<b>11.40</b>	<b>2.80</b>	<b>15.90</b>	<b>4.00</b>	<b>17.94</b>	<b>4.24</b>	<b>19.20</b>	<b>4.86</b>	<b>19.80</b>	<b>5.10</b>	<b>20.60</b>	<b>5.71</b>
r3	1	2.00	0.90	3.20	0.90	5.20	1.20	8.20	1.92	11.00	2.48	15.00	2.32	16.70	3.82	17.60	4.22	19.40	4.62	20.00	4.86
	2	1.50	1.00	3.30	1.18	5.30	1.70	9.00	1.90	12.50	2.66	17.00	3.22	18.00	3.64	18.00	4.24	18.20	4.22	19.00	5.92
	3	1.40	1.00	3.00	1.24	5.20	1.48	10.00	2.24	13.50	3.00	18.00	3.74	22.50	4.62	23.00	5.12	24.00	5.14	26.20	5.80
	4	1.90	1.10	3.60	1.12	5.50	1.68	10.20	2.12	15.00	2.92	21.00	3.86	24.00	4.52	24.70	4.80	25.00	5.52	25.00	5.82
	5	1.30	1.10	2.90	1.02	5.00	1.18	9.50	1.72	14.50	2.32	22.00	2.98	25.00	3.66	26.00	4.00	26.20	4.30	30.00	4.72
	<b>X</b>	<b>1.62</b>	<b>1.02</b>	<b>3.20</b>	<b>1.09</b>	<b>5.24</b>	<b>1.45</b>	<b>9.38</b>	<b>1.98</b>	<b>13.30</b>	<b>2.68</b>	<b>18.60</b>	<b>3.22</b>	<b>21.24</b>	<b>4.05</b>	<b>21.86</b>	<b>4.48</b>	<b>22.56</b>	<b>4.76</b>	<b>24.04</b>	<b>5.42</b>

**ANEXO 02.**  
**DATOS DE LOS PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**

**Tabla A.17.** Longitud de tallo y de raíz, peso seco de la parte aérea, de la raíz y total, y la relación parte aérea – raíz del plantón al final de la evaluación.

Tratamiento	Repetición	Muestra	Altura final del plantón (cm)	Longitud de raíz del plantón (cm)	Peso seco de la parte aérea (g)	Peso seco de la raíz (g)	Peso seco total del plantón (g)	Relación parte aérea - raíz
T1	r1	1	15.00	6.80	0.88	0.66	1.54	1.33
		2	12.20	6.50	0.44	0.32	0.76	1.38
		3	13.40	6.60	0.86	0.52	1.38	1.65
		<b>X</b>	<b>13.53</b>	<b>6.63</b>	<b>0.73</b>	<b>0.50</b>	<b>1.23</b>	<b>1.45</b>
	r2	1	10.30	6.20	0.56	0.40	0.96	1.40
		2	14.00	10.50	0.94	0.71	1.65	1.32
		3	11.70	5.00	0.76	0.42	1.18	1.81
		<b>X</b>	<b>12.00</b>	<b>7.23</b>	<b>0.75</b>	<b>0.51</b>	<b>1.26</b>	<b>1.51</b>
	r3	1	13.00	5.00	0.82	0.48	1.30	1.71
		2	12.00	4.50	0.80	0.66	1.46	1.21
		3	11.50	7.80	1.00	0.32	1.32	3.13
		<b>X</b>	<b>12.17</b>	<b>5.77</b>	<b>0.87</b>	<b>0.49</b>	<b>1.36</b>	<b>2.02</b>
T2	r1	1	17.50	6.30	1.18	0.46	1.64	2.57
		2	17.70	10.00	1.06	0.48	1.54	2.21
		3	19.00	6.40	1.18	0.56	1.74	2.11
		<b>X</b>	<b>18.07</b>	<b>7.57</b>	<b>1.14</b>	<b>0.50</b>	<b>1.64</b>	<b>2.29</b>
	r2	1	18.00	6.30	1.22	0.72	1.94	1.69
		2	18.20	12.00	1.00	0.40	1.40	2.50
		3	17.20	6.00	1.41	0.90	2.31	1.57
		<b>X</b>	<b>17.80</b>	<b>8.10</b>	<b>1.21</b>	<b>0.67</b>	<b>1.88</b>	<b>1.92</b>
	r3	1	20.50	8.70	1.72	1.10	2.82	1.56
		2	16.20	8.30	1.02	0.30	1.32	3.40
		3	14.70	5.60	1.14	0.82	1.96	1.39
		<b>X</b>	<b>17.13</b>	<b>7.53</b>	<b>1.29</b>	<b>0.74</b>	<b>2.03</b>	<b>2.12</b>

Continúa...



Tratamiento	Repetición	Muestra	Altura final del plantón (cm)	Longitud de raíz del plantón (cm)	Peso seco de la parte aérea (g)	Peso seco de la raíz (g)	Peso seco total del plantón (g)	Relación parte aérea - raíz
T3	r1	1	13.20	2.70	0.69	0.36	1.05	1.92
		2	13.00	8.50	0.88	0.25	1.13	3.52
		3	12.00	4.50	0.77	0.23	1.00	3.35
		<b>X</b>	<b>12.73</b>	<b>5.23</b>	<b>0.78</b>	<b>0.28</b>	<b>1.06</b>	<b>2.93</b>
	r2	1	13.50	7.00	1.53	0.33	1.86	4.64
		2	12.50	7.50	0.70	0.51	1.21	1.37
		3	12.70	8.80	0.66	0.56	1.22	1.18
		<b>X</b>	<b>12.90</b>	<b>7.77</b>	<b>0.96</b>	<b>0.47</b>	<b>1.43</b>	<b>2.40</b>
	r3	1	13.00	9.00	1.17	0.97	2.14	1.21
		2	13.70	7.80	1.07	0.57	1.64	1.88
		3	12.50	9.50	0.51	0.40	0.91	1.28
		<b>X</b>	<b>13.07</b>	<b>8.77</b>	<b>0.92</b>	<b>0.65</b>	<b>1.56</b>	<b>1.45</b>
T4	r1	1	14.50	7.80	1.03	0.65	1.68	1.58
		2	19.00	8.50	1.41	0.55	1.96	2.56
		3	17.00	9.50	0.92	0.67	1.59	1.37
		<b>X</b>	<b>16.83</b>	<b>8.60</b>	<b>1.12</b>	<b>0.62</b>	<b>1.74</b>	<b>1.84</b>
	r2	1	14.00	8.50	0.89	0.66	1.55	1.35
		2	15.00	20.00	1.08	0.49	1.57	2.20
		3	15.70	9.70	1.07	0.71	1.78	1.51
		<b>X</b>	<b>14.90</b>	<b>12.73</b>	<b>1.01</b>	<b>0.62</b>	<b>1.63</b>	<b>1.69</b>
	r3	1	14.50	6.50	1.02	0.41	1.43	2.49
		2	15.50	9.00	1.51	1.19	2.70	1.27
		3	15.50	7.90	1.30	0.62	1.92	2.10
		<b>X</b>	<b>15.17</b>	<b>7.80</b>	<b>1.28</b>	<b>0.74</b>	<b>2.02</b>	<b>1.95</b>
T5	r1	1	28.50	17.00	3.12	2.06	5.18	1.51
		2	24.00	13.00	3.02	1.80	4.82	1.68
		3	19.00	12.50	1.30	0.70	2.00	1.86
		<b>X</b>	<b>23.83</b>	<b>14.17</b>	<b>2.48</b>	<b>1.52</b>	<b>4.00</b>	<b>1.68</b>
	r2	1	37.00	30.00	2.14	1.16	3.30	1.84
		2	28.00	12.00	2.08	0.76	2.84	2.74
		3	28.00	19.09	1.04	0.54	1.58	1.93
		<b>X</b>	<b>31.00</b>	<b>20.36</b>	<b>1.75</b>	<b>0.82</b>	<b>2.57</b>	<b>2.17</b>
	r3	1	35.00	25.00	1.78	0.56	2.34	3.18
		2	38.00	14.00	4.56	2.60	7.16	1.75
		3	33.00	20.00	1.62	0.72	2.34	2.25
		<b>X</b>	<b>35.33</b>	<b>19.67</b>	<b>2.65</b>	<b>1.29</b>	<b>3.95</b>	<b>2.39</b>

Continúa...

Tratamiento	Repetición	Muestra	Altura final del plantón (cm)	Longitud de raíz del plantón (cm)	Peso seco de la parte aérea (g)	Peso seco de la raíz (g)	Peso seco total del plantón (g)	Relación parte aérea - raíz
T6	r1	1	33.50	18.00	1.68	0.48	2.16	3.50
		2	35.00	15.35	3.16	1.14	4.30	2.77
		3	36.20	19.00	2.24	1.00	3.24	2.24
		<b>X</b>	<b>34.90</b>	<b>17.45</b>	<b>2.36</b>	<b>0.87</b>	<b>3.23</b>	<b>2.84</b>
	r2	1	32.00	19.70	3.02	1.16	4.18	2.60
		2	31.00	28.00	1.88	0.70	2.58	2.69
		3	26.00	24.50	2.66	1.88	4.54	1.41
		<b>X</b>	<b>29.67</b>	<b>24.07</b>	<b>2.52</b>	<b>1.25</b>	<b>3.77</b>	<b>2.23</b>
	r3	1	34.60	29.00	1.98	0.90	2.88	2.20
		2	30.00	27.50	1.90	0.74	2.64	2.57
		3	28.00	33.00	1.22	0.40	1.62	3.05
		<b>X</b>	<b>30.87</b>	<b>29.83</b>	<b>1.70</b>	<b>0.68</b>	<b>2.38</b>	<b>2.61</b>
T7	r1	1	35.00	25.35	3.70	1.88	5.58	1.97
		2	25.00	33.00	1.76	0.94	2.70	1.87
		3	25.40	32.00	0.86	1.70	2.56	0.51
		<b>X</b>	<b>28.47</b>	<b>30.12</b>	<b>2.11</b>	<b>1.51</b>	<b>3.61</b>	<b>1.45</b>
	r2	1	35.00	20.50	2.72	1.02	3.74	2.67
		2	33.00	33.00	2.94	1.22	4.16	2.41
		3	21.00	15.00	2.92	1.66	4.58	1.76
		<b>X</b>	<b>29.67</b>	<b>22.83</b>	<b>2.86</b>	<b>1.30</b>	<b>4.16</b>	<b>2.28</b>
	r3	1	37.50	19.00	2.22	0.78	3.00	2.85
		2	36.20	20.00	2.80	1.18	3.98	2.37
		3	36.00	28.00	3.28	1.32	4.60	2.48
		<b>X</b>	<b>36.57</b>	<b>22.33</b>	<b>2.77</b>	<b>1.09</b>	<b>3.86</b>	<b>2.57</b>
T8	r1	1	31.50	20.50	2.88	1.76	4.64	1.64
		2	28.00	26.00	4.30	1.74	6.04	2.47
		3	26.00	21.50	3.74	1.56	5.30	2.40
		<b>X</b>	<b>28.50</b>	<b>22.67</b>	<b>3.64</b>	<b>1.69</b>	<b>5.33</b>	<b>2.17</b>
	r2	1	23.00	15.00	3.92	2.48	6.40	1.58
		2	22.50	35.00	3.80	2.52	6.32	1.51
		3	26.00	32.00	2.44	2.52	4.96	0.97
		<b>X</b>	<b>23.83</b>	<b>27.33</b>	<b>3.39</b>	<b>2.51</b>	<b>5.89</b>	<b>1.35</b>
	r3	1	31.00	27.00	3.84	2.84	6.68	1.35
		2	32.00	28.00	3.40	1.70	5.10	2.00
		3	36.00	25.00	3.26	1.00	4.26	3.26
		<b>X</b>	<b>33.00</b>	<b>26.67</b>	<b>3.50</b>	<b>1.85</b>	<b>5.35</b>	<b>2.20</b>

Continúa...

Tratamiento	Repetición	Muestra	Altura final del plantón (cm)	Longitud de raíz del plantón (cm)	Peso seco de la parte aérea (g)	Peso seco de la raíz (g)	Peso seco total del plantón (g)	Relación parte aérea - raíz
T9	r1	1	18.00	3.30	0.82	0.74	1.56	1.11
		2	13.50	3.30	1.14	0.88	2.02	1.30
		3	8.70	9.50	0.46	0.50	0.96	0.92
		<b>X</b>	<b>13.40</b>	<b>5.37</b>	<b>0.81</b>	<b>0.71</b>	<b>1.51</b>	<b>1.11</b>
	r2	1	11.50	9.00	0.62	0.78	1.40	0.79
		2	14.00	11.20	1.12	0.78	1.90	1.44
		3	9.00	4.00	0.54	0.48	1.02	1.13
		<b>X</b>	<b>11.50</b>	<b>8.07</b>	<b>0.76</b>	<b>0.68</b>	<b>1.44</b>	<b>1.12</b>
	r3	1	12.00	9.50	0.52	0.68	1.20	0.76
		2	11.80	11.00	1.08	0.94	2.02	1.15
		3	10.50	11.00	0.74	0.86	1.60	0.86
		<b>X</b>	<b>11.43</b>	<b>10.50</b>	<b>0.78</b>	<b>0.83</b>	<b>1.61</b>	<b>0.92</b>
T10	r1	1	14.00	9.50	0.78	0.66	1.44	1.18
		2	14.00	9.40	1.44	1.22	2.66	1.18
		3	14.00	9.20	0.82	1.18	2.00	0.69
		<b>X</b>	<b>14.00</b>	<b>9.37</b>	<b>1.01</b>	<b>1.02</b>	<b>2.03</b>	<b>1.02</b>
	r2	1	11.50	3.80	0.76	0.68	1.44	1.12
		2	11.00	9.00	0.82	0.70	1.52	1.17
		3	12.50	9.60	1.24	1.18	2.42	1.05
		<b>X</b>	<b>11.67</b>	<b>7.47</b>	<b>0.94</b>	<b>0.85</b>	<b>1.79</b>	<b>1.11</b>
	r3	1	12.50	9.70	1.22	1.20	2.42	1.02
		2	12.00	3.00	1.14	0.98	2.12	1.16
		3	15.50	9.50	1.12	0.84	1.96	1.33
		<b>X</b>	<b>13.33</b>	<b>7.40</b>	<b>1.16</b>	<b>1.01</b>	<b>2.17</b>	<b>1.17</b>
T11	r1	1	13.00	8.50	0.58	0.52	1.10	1.12
		2	11.20	3.00	0.54	0.52	1.06	1.04
		3	14.00	12.00	0.74	0.88	1.62	0.84
		<b>X</b>	<b>12.73</b>	<b>7.83</b>	<b>0.62</b>	<b>0.64</b>	<b>1.26</b>	<b>1.00</b>
	r2	1	10.30	4.00	0.42	0.78	1.20	0.54
		2	11.00	9.00	0.60	0.88	1.48	0.68
		3	9.80	12.50	0.46	0.72	1.18	0.64
		<b>X</b>	<b>10.37</b>	<b>8.50</b>	<b>0.49</b>	<b>0.79</b>	<b>1.29</b>	<b>0.62</b>
	r3	1	10.20	8.00	0.58	0.72	1.30	0.81
		2	11.00	3.00	0.54	0.72	1.26	0.75
		3	9.60	8.80	0.34	0.50	0.84	0.68
		<b>X</b>	<b>10.27</b>	<b>6.60</b>	<b>0.49</b>	<b>0.65</b>	<b>1.13</b>	<b>0.75</b>

Continúa...

Tratamiento	Repetición	Muestra	Altura final del plantón (cm)	Longitud de raíz del plantón (cm)	Peso seco de la parte aérea (g)	Peso seco de la raíz (g)	Peso seco total del plantón (g)	Relación parte aérea - raíz
T12	r1	1	10.70	3.00	0.80	1.28	2.08	0.63
		2	13.00	9.50	0.86	0.84	1.70	1.02
		3	11.50	9.00	0.78	0.94	1.72	0.83
		<b>X</b>	<b>11.73</b>	<b>7.17</b>	<b>0.81</b>	<b>1.02</b>	<b>1.83</b>	<b>0.83</b>
	r2	1	14.00	7.00	1.16	1.32	2.48	0.88
		2	17.00	10.00	1.30	1.42	2.72	0.92
		3	16.30	5.00	1.36	1.02	2.38	1.33
		<b>X</b>	<b>15.77</b>	<b>7.33</b>	<b>1.27</b>	<b>1.25</b>	<b>2.53</b>	<b>1.04</b>
	r3	1	16.00	3.00	1.40	1.48	2.88	0.95
		2	17.50	9.50	1.28	1.52	2.80	0.84
		3	12.50	9.50	1.08	1.08	2.16	1.00
		<b>X</b>	<b>15.33</b>	<b>7.33</b>	<b>1.25</b>	<b>1.36</b>	<b>2.61</b>	<b>0.93</b>
T13	r1	1	33.00	14.00	3.92	3.38	7.30	1.16
		2	32.00	16.00	4.12	2.90	7.02	1.42
		3	25.00	10.00	3.54	2.98	6.52	1.19
		<b>X</b>	<b>30.00</b>	<b>13.33</b>	<b>3.86</b>	<b>3.09</b>	<b>6.95</b>	<b>1.26</b>
	r2	1	13.40	10.50	2.28	1.84	4.12	1.24
		2	17.00	11.50	3.86	3.04	6.90	1.27
		3	22.50	11.50	4.02	2.60	6.62	1.55
		<b>X</b>	<b>17.63</b>	<b>11.17</b>	<b>3.39</b>	<b>2.49</b>	<b>5.88</b>	<b>1.35</b>
	r3	1	23.00	14.00	3.08	2.66	5.74	1.16
		2	28.00	17.00	3.90	1.92	5.82	2.03
		3	23.50	13.00	2.02	1.72	3.74	1.17
		<b>X</b>	<b>24.83</b>	<b>14.67</b>	<b>3.00</b>	<b>2.10</b>	<b>5.10</b>	<b>1.45</b>
T14	r1	1	21.00	14.00	3.00	1.88	4.88	1.60
		2	18.00	8.50	2.10	1.30	3.40	1.62
		3	21.00	18.00	3.28	1.74	5.02	1.89
		<b>X</b>	<b>20.00</b>	<b>13.50</b>	<b>2.79</b>	<b>1.64</b>	<b>4.43</b>	<b>1.70</b>
	r2	1	24.50	17.00	1.62	0.88	2.50	1.84
		2	27.50	24.50	2.76	2.06	4.82	1.34
		3	17.00	26.00	1.80	0.92	2.72	1.96
		<b>X</b>	<b>23.00</b>	<b>22.50</b>	<b>2.06</b>	<b>1.29</b>	<b>3.35</b>	<b>1.71</b>
	r3	1	11.70	43.00	0.70	0.46	1.16	1.52
		2	24.00	16.00	3.74	2.28	6.02	1.64
		3	24.50	22.00	4.62	3.90	8.52	1.18
		<b>X</b>	<b>20.07</b>	<b>27.00</b>	<b>3.02</b>	<b>2.21</b>	<b>5.23</b>	<b>1.45</b>

Continúa...

Tratamiento	Repetición	Muestra	Altura final del plantón (cm)	Longitud de raíz del plantón (cm)	Peso seco de la parte aérea (g)	Peso seco de la raíz (g)	Peso seco total del plantón (g)	Relación parte aérea - raíz
T15	r1	1	26.50	16.00	2.30	3.42	5.72	0.67
		2	19.00	13.00	2.18	1.88	4.06	1.16
		3	24.00	17.00	3.70	1.60	5.30	2.31
		<b>X</b>	<b>23.17</b>	<b>15.33</b>	<b>2.73</b>	<b>2.30</b>	<b>5.03</b>	<b>1.38</b>
	r2	1	24.50	18.00	3.52	2.60	6.12	1.35
		2	23.50	15.00	2.58	1.48	4.06	1.74
		3	24.00	19.00	3.66	2.02	5.68	1.81
		<b>X</b>	<b>24.00</b>	<b>17.33</b>	<b>3.25</b>	<b>2.03</b>	<b>5.29</b>	<b>1.64</b>
	r3	1	19.50	27.00	2.26	1.58	3.84	1.43
		2	29.50	15.00	4.62	3.48	8.10	1.33
		3	22.50	21.50	2.90	2.42	5.32	1.20
		<b>X</b>	<b>23.83</b>	<b>21.17</b>	<b>3.26</b>	<b>2.49</b>	<b>5.75</b>	<b>1.32</b>
T16	r1	1	31.00	14.50	5.06	3.30	8.36	1.53
		2	27.50	18.00	4.02	2.40	6.42	1.68
		3	29.00	23.50	5.36	3.28	8.64	1.63
		<b>X</b>	<b>29.17</b>	<b>18.67</b>	<b>4.81</b>	<b>2.99</b>	<b>7.81</b>	<b>1.61</b>
	r2	1	25.00	20.00	3.84	2.60	6.44	1.48
		2	25.00	38.00	4.52	4.42	8.94	1.02
		3	22.00	24.00	4.20	2.62	6.82	1.60
		<b>X</b>	<b>24.00</b>	<b>27.33</b>	<b>4.19</b>	<b>3.21</b>	<b>7.40</b>	<b>1.37</b>
	r3	1	20.00	18.00	2.26	2.04	4.30	1.11
		2	25.00	14.00	4.02	3.36	7.38	1.20
		3	27.00	20.50	4.70	2.70	7.40	1.74
		<b>X</b>	<b>24.00</b>	<b>17.50</b>	<b>3.66</b>	<b>2.70</b>	<b>6.36</b>	<b>1.35</b>

**ANEXO 03**  
**ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS**

**Tabla A.18.** Depreciaciones del material duradero bandejas con celdas fijas.

REQUERIMIENTOS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	INVERSIÓN TOTAL	AÑOS DE VIDA	DEPRECIACIÓN ANUAL	DEPRECIACIÓN MENSUAL
Bandeja con celdas fijas	Unidad	23	S/. 25.00	S/. 575.00	3	S/. 191.67	S/. 15.97

**Tabla A.19.** Costo de producción y unitario de plántones de cedro en bolsas de polietileno con sustrato S1

Número de sustrato	: S1 (Tierra negra, Arena, Humus de lombriz)
Contenedor	: Bolsa Polietileno de 7"x 4"x 2mm
Duración	: 150 Días
Número de Plantas	: 1000 Plántones
Tamaño de Vivero	: Almacigo (1.00 m <sup>2</sup> ) y Repique (8.40 m <sup>2</sup> )

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>416.92</b>
<b>1.1. BIENES DE CONSUMO</b>				<b>75.50</b>
Semilla de cedro	kg	0.02	100.00	2.00
Bolsas de Polietileno (4"x 7"x 2mm)	Millar	1.00	16.00	16.00
Fungicidas	lt	0.05	60.00	3.00
Arena para cama de almacigo	m <sup>3</sup>	0.15	30.00	4.50
Para construcción de tinglado	Global	1.00	50.00	50.00
<b>1.2.SERVICIOS</b>				<b>240.00</b>
Mano de obra no calificada	Jornal	4.00	30.00	120.00
Mano de obra calificada	Jornal	3.00	40.00	120.00
<b>1.3. MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO</b>				<b>94.00</b>
Tierra negra (50%)	m <sup>3</sup>	0.60	70.00	42.00
Arena (33.3%)	m <sup>3</sup>	0.40	30.00	12.00
Humus de Lombriz (16.7%)	m <sup>3</sup>	0.20	200.00	40.00
<b>1.4. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DURADEROS</b>				<b>7.42</b>
Carretilla Buggie c/llanta neumática	Unidad	0.002	120.00	0.24
Mochila Fumigadora (20 litros)	Unidad	0.002	150.00	0.30
Pico	Unidad	0.003	25.00	0.08
Pala cuchara	Unidad	0.005	25.00	0.13
Pala recta	Unidad	0.005	30.00	0.15
Tijera de podar	Unidad	0.004	30.00	0.12
Rastrillo	Unidad	0.005	25.00	0.13
Zaranda (1/4 x 1/4")	m <sup>2</sup>	0.125	30.00	3.75
Regadora (10 Litros)	Unidad	0.1	25.00	2.50
Hoyador	Unidad	0.002	5.00	0.01
Wincha (5 m)	Unidad	0.001	25.00	0.03
<b>II.GASTOS GENERALES</b>				<b>30.00</b>
<b>2.1 GESTIÓN Y LOGISTICA</b>				<b>30.00</b>
Fletes	Global	1.00	30.00	30.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>446.92</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES</b>				<b>S/. 0.45</b>

Fuente propia – Programa Nacional de Manejo de Cuenca Hidrográfica y Conservación de suelos (PRONAMACHCS)

**Tabla A.20.** Costo de producción y unitario de plántones de cedro en bolsas de polietileno con sustrato S2

Número de sustrato	: S2 (Tierra negra, Arena, Compost)
Contenedor	: Bolsa Polietileno de 7"x 4"x 2mm
Duración	: 150 Días
Número de Plantas	: 1000 Plántones
Tamaño de Vivero	: Almacigo (1.00 m2) y Repique (8.40 m2)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>406.92</b>
<b>1.1. BIENES DE CONSUMO</b>				<b>75.50</b>
Semilla de cedro	kg	0.02	100.00	2.00
Bolsas de Polietileno (4"x 7"x 2mm)	Millar	1.00	16.00	16.00
Fungicidas	lt	0.05	60.00	3.00
Arena para cama de almacigo	m3	0.15	30.00	4.50
Para construcción de tinglado	Global	1.00	50.00	50.00
<b>1.2.SERVICIOS</b>				<b>240.00</b>
Mano de obra no calificada	Jornal	4.00	30.00	120.00
Mano de obra calificada	Jornal	3.00	40.00	120.00
<b>1.3. MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO</b>				<b>84.00</b>
Tierra negra (50%)	m3	0.60	70.00	42.00
Arena (33.3%)	m3	0.40	30.00	12.00
Compost (16.7%)	m3	0.20	150.00	30.00
<b>1.4. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DURADEROS</b>				<b>7.42</b>
Carretilla Buggie c/lanta neumática	Unidad	0.002	120.00	0.24
Mochila Fumigadora (20 litros)	Unidad	0.002	150.00	0.30
Pico	Unidad	0.003	25.00	0.08
Pala cuchara	Unidad	0.005	25.00	0.13
Pala recta	Unidad	0.005	30.00	0.15
Tijera de podar	Unidad	0.004	30.00	0.12
Rastrillo	Unidad	0.005	25.00	0.13
Zaranda (1/4 x 1/4")	m2	0.125	30.00	3.75
Regadora (10 Litros)	Unidad	0.1	25.00	2.50
Hoyador	Unidad	0.002	5.00	0.01
Wincha (5 m)	Unidad	0.001	25.00	0.03
<b>II.GASTOS GENERALES</b>				<b>30.00</b>
<b>2.1 GESTIÓN Y LOGÍSTICA</b>				<b>30.00</b>
Fletes	Global	1.00	30.00	30.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>436.92</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTONES</b>				<b>S/. 0.44</b>

Fuente propia – Programa Nacional de Manejo de Cuenca Hidrográfica y Conservación de suelos (PRONAMACHCS)



**Tabla A.21.** Costo de producción y unitario de plántones de cedro en bolsas de polietileno con sustrato S3

Número de sustrato	: S2 (Tierra negra, Vermiculita, Humus de lombriz)
Contenedor	: Bolsa Polietileno de 7"x 4"x 2mm
Duración	: 150 Días
Número de Plantas	: 1000 Plántones
Tamaño de Vivero	: Almacigo (1.00 m2) y Repique (8.40 m2)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>779.92</b>
<b>1.1. BIENES DE CONSUMO</b>				<b>75.50</b>
Semilla de cedro	kg	0.02	100.00	2.00
Bolsas de Polietileno (4"x 7"x 2mm)	Millar	1.00	16.00	16.00
Fungicidas	lt	0.05	60.00	3.00
Arena para cama de almacigo	m3	0.15	30.00	4.50
Para construcción de tinglado	Global	1.00	50.00	50.00
<b>1.2.SERVICIOS</b>				<b>240.00</b>
Mano de obra no calificada	Jornal	4.00	30.00	120.00
Mano de obra calificada	Jornal	3.00	40.00	120.00
<b>1.3. MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO</b>				<b>457.00</b>
Tierra negra (50%)	m3	0.60	70.00	42.00
Vermiculita (33.3%)	sacos	2.50	150.00	375.00
Humus de lombriz (16.7%)	m3	0.20	200.00	40.00
<b>1.4. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DURADEROS</b>				<b>7.42</b>
Carretilla Buggie c/llanta neumática	Unidad	0.002	120.00	0.24
Mochila Fumigadora (20 litros)	Unidad	0.002	150.00	0.30
Pico	Unidad	0.003	25.00	0.08
Pala cuchara	Unidad	0.005	25.00	0.13
Pala recta	Unidad	0.005	30.00	0.15
Tijera de podar	Unidad	0.004	30.00	0.12
Rastrillo	Unidad	0.005	25.00	0.13
Zaranda (1/4 x 1/4")	m2	0.125	30.00	3.75
Regadora (10 Litros)	Unidad	0.1	25.00	2.50
Hoyador	Unidad	0.002	5.00	0.01
Wincha (5 m)	Unidad	0.001	25.00	0.03
<b>II.GASTOS GENERALES</b>				<b>30.00</b>
<b>2.1 GESTIÓN Y LOGISTICA</b>				<b>30.00</b>
Fletes	Global	1.00	30.00	30.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>809.92</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES</b>				<b>S/. 0.81</b>

Fuente propia – Programa Nacional de Manejo de Cuenca Hidrográfica y Conservación de suelos (PRONAMACHCS)

**Tabla A.22.** Costo de producción y unitario de plántones de cedro en bolsas de polietileno con sustrato S4

Número de sustrato	: S4 (Tierra negra, Vermiculita, Compost)
Contenedor	: Bolsa Polietileno de 7"x 4"x 2mm
Duración	: 150 Días
Número de Plantas	: 1000 Plántones
Tamaño de Vivero	: Almacigo (1.00 m2) y Repique (8.40 m2)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>769.92</b>
<b>1.1. BIENES DE CONSUMO</b>				<b>75.50</b>
Semilla de cedro	kg	0.02	100.00	2.00
Bolsas de Polietileno (4"x 7"x 2mm)	Millar	1.00	16.00	16.00
Fungicidas	lt	0.05	60.00	3.00
Arena para cama de almacigo	m3	0.15	30.00	4.50
Para construcción de tinglado	Global	1.00	50.00	50.00
<b>1.2.SERVICIOS</b>				<b>240.00</b>
Mano de obra no calificada	Jornal	4.00	30.00	120.00
Mano de obra calificada	Jornal	3.00	40.00	120.00
<b>1.3. MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO</b>				<b>447.00</b>
Tierra negra (50%)	m3	0.60	70.00	42.00
Vermiculita (33.3%)	sacos	2.50	150.00	375.00
Compost (16.7%)	m3	0.20	150.00	30.00
<b>1.4. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DURADEROS</b>				<b>7.42</b>
Carretilla Buggie c/llanta neumática	Unidad	0.002	120.00	0.24
Mochila Fumigadora (20 litros)	Unidad	0.002	150.00	0.30
Pico	Unidad	0.003	25.00	0.08
Pala cuchara	Unidad	0.005	25.00	0.13
Pala recta	Unidad	0.005	30.00	0.15
Tijera de podar	Unidad	0.004	30.00	0.12
Rastrillo	Unidad	0.005	25.00	0.13
Zaranda (1/4 x 1/4")	m2	0.125	30.00	3.75
Regadora (10 Litros)	Unidad	0.1	25.00	2.50
Hoyador	Unidad	0.002	5.00	0.01
Wincha (5 m)	Unidad	0.001	25.00	0.03
<b>II.GASTOS GENERALES</b>				<b>30.00</b>
<b>2.1 GESTIÓN Y LOGISTICA</b>				<b>30.00</b>
Fletes	Global	1.00	30.00	30.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>799.92</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES</b>				<b>S/. 0.80</b>

Fuente propia – Programa Nacional de Manejo de Cuenca Hidrográfica y Conservación de suelos (PRONAMACHCS)

**Tabla A.23.** Costo de producción y unitario de plántones de cedro en bandejas con celdas fijas con sustrato S1

Número de sustrato	: S1 (Tierra negra, Arena, Humus de lombriz)
Contenedor	: Bandeja (0.48 x 0.3 m)
Duración	: 150 Días
Número de Plantas	: 1000 Plántones
Tamaño de Vivero	: Almacigo (1.00 m <sup>2</sup> ) y Repique (8.40 m <sup>2</sup> )

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>433.78</b>
<b>1.1. BIENES DE CONSUMO</b>				<b>59.50</b>
Semilla de cedro	kg	0.02	100.00	2.00
Fungicidas	lt	0.05	60.00	3.00
Arena para cama de almacigo	m <sup>3</sup>	0.15	30.00	4.50
Para construcción de tinglado	Global	1.00	50.00	50.00
<b>1.2.SERVICIOS</b>				<b>240.00</b>
Mano de obra no calificada	Jornal	4.00	30.00	120.00
Mano de obra calificada	Jornal	3.00	40.00	120.00
<b>1.3. MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO</b>				<b>47.00</b>
Tierra negra (50%)	m <sup>3</sup>	0.30	70.00	21.00
Arena (33.3%)	m <sup>3</sup>	0.20	30.00	6.00
Humus de Lombriz (16.7%)	m <sup>3</sup>	0.10	200.00	20.00
<b>1.4. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DURADEROS</b>				<b>7.42</b>
Carretilla Buggie c/lanta neumática	Unidad	0.002	120.00	0.24
Mochila Fumigadora (20 litros)	Unidad	0.002	150.00	0.30
Pico	Unidad	0.003	25.00	0.08
Pala cuchara	Unidad	0.005	25.00	0.13
Pala recta	Unidad	0.005	30.00	0.15
Tijera de podar	Unidad	0.004	30.00	0.12
Rastrillo	Unidad	0.005	25.00	0.13
Zaranda (1/4 x 1/4")	m <sup>2</sup>	0.125	30.00	3.75
Regadora (10 Litros)	Unidad	0.1	25.00	2.50
Hoyador	Unidad	0.002	5.00	0.01
Wincha (5 m)	Unidad	0.001	25.00	0.03
<b>1.5. DEPRECIACIONES</b>				<b>79.86</b>
Bandeja con celdas fijas	Mes	5	15.97	79.86
<b>II.GASTOS GENERALES</b>				<b>30.00</b>
<b>2.1 GESTIÓN Y LOGISTICA</b>				<b>30.00</b>
Fletes	Global	1.00	30.00	30.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>463.78</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES</b>				<b>S/. 0.46</b>

Fuente propia – Programa Nacional de Manejo de Cuenca Hidrográfica y Conservación de suelos (PRONAMACHCS)

**Tabla A.24.** Costo de producción y unitario de plántones de cedro en bandejas con celdas fijas con sustrato S2

Número de sustrato	: S2 (Tierra negra, Arena, Compost)
Contenedor	: Bandeja (0.48 x 0.3 m)
Duración	: 150 Días
Número de Plantas	: 1000 Plántones
Tamaño de Vivero	: Almacigo (1.00 m <sup>2</sup> ) y Repique (8.40 m <sup>2</sup> )

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>428.78</b>
<b>1.1. BIENES DE CONSUMO</b>				<b>59.50</b>
Semilla de cedro	kg	0.02	100.00	2.00
Fungicidas	lt	0.05	60.00	3.00
Arena para cama de almacigo	m <sup>3</sup>	0.15	30.00	4.50
Para construcción de tinglado	Global	1.00	50.00	50.00
<b>1.2.SERVICIOS</b>				<b>240.00</b>
Mano de obra no calificada	Jornal	4.00	30.00	120.00
Mano de obra calificada	Jornal	3.00	40.00	120.00
<b>1.3. MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO</b>				<b>42.00</b>
Tierra negra (50%)	m <sup>3</sup>	0.30	70.00	21.00
Arena (33.3%)	m <sup>3</sup>	0.20	30.00	6.00
Compost (16.7%)	m <sup>3</sup>	0.10	150.00	15.00
<b>1.4. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DURADEROS</b>				<b>7.42</b>
Carretilla Buggie c/llanta neumática	Unidad	0.002	120.00	0.24
Mochila Fumigadora (20 litros)	Unidad	0.002	150.00	0.30
Pico	Unidad	0.003	25.00	0.08
Pala cuchara	Unidad	0.005	25.00	0.13
Pala recta	Unidad	0.005	30.00	0.15
Tijera de podar	Unidad	0.004	30.00	0.12
Rastrillo	Unidad	0.005	25.00	0.13
Zaranda (1/4 x 1/4")	m <sup>2</sup>	0.125	30.00	3.75
Regadora (10 Litros)	Unidad	0.1	25.00	2.50
Hoyador	Unidad	0.002	5.00	0.01
Wincha (5 m)	Unidad	0.001	25.00	0.03
<b>1.5. DEPRECIACIONES</b>				<b>79.86</b>
Bandeja con celdas fijas	Mes	5	15.97	79.86
<b>II.GASTOS GENERALES</b>				<b>30.00</b>
<b>2.1 GESTIÓN Y LOGISTICA</b>				<b>30.00</b>
Fletes	Global	1.00	30.00	30.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>458.78</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES</b>				<b>S/. 0.46</b>

Fuente propia – Programa Nacional de Manejo de Cuenca Hidrográfica y Conservación de suelos (PRONAMACHC)

**Tabla A.25.** Costo de producción y unitario de plántones de cedro en bandejas con celdas fijas con sustrato S3

Número de sustrato	: S3 (Tierra negra, Vermiculita, Humus de lombriz)
Contenedor	: Bandeja (0.48 x 0.3 m)
Duración	: 150 Días
Número de Plantas	: 1000 Plántones
Tamaño de Vivero	: Almacigo (1.00 m <sup>2</sup> ) y Repique (8.40 m <sup>2</sup> )

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>690.28</b>
<b>1.1. BIENES DE CONSUMO</b>				<b>59.50</b>
Semilla de cedro	kg	0.02	100.00	2.00
Fungicidas	lt	0.05	60.00	3.00
Arena para cama de almacigo	m <sup>3</sup>	0.15	30.00	4.50
Para construcción de tinglado	Global	1.00	50.00	50.00
<b>1.2.SERVICIOS</b>				<b>240.00</b>
Mano de obra no calificada	Jornal	4.00	30.00	120.00
Mano de obra calificada	Jornal	3.00	40.00	120.00
<b>1.3. MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO</b>				<b>303.50</b>
Tierra negra (50%)	m <sup>3</sup>	0.30	70.00	21.00
Vermiculita (33.3%)	sacos	1.75	150.00	262.50
Humus de lombriz (16.7%)	m <sup>3</sup>	0.10	200.00	20.00
<b>1.4. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DURADEROS</b>				<b>7.42</b>
Carretilla Buggie c/llanta neumática	Unidad	0.002	120.00	0.24
Mochila Fumigadora (20 litros)	Unidad	0.002	150.00	0.30
Pico	Unidad	0.003	25.00	0.08
Pala cuchara	Unidad	0.005	25.00	0.13
Pala recta	Unidad	0.005	30.00	0.15
Tijera de podar	Unidad	0.004	30.00	0.12
Rastrillo	Unidad	0.005	25.00	0.13
Zaranda (1/4 x 1/4")	m <sup>2</sup>	0.125	30.00	3.75
Regadora (10 Litros)	Unidad	0.1	25.00	2.50
Hoyador	Unidad	0.002	5.00	0.01
Wincha (5 m)	Unidad	0.001	25.00	0.03
<b>1.5. DEPRECIACIONES</b>				<b>79.86</b>
Bandeja con celdas fijas	Mes	5	15.97	79.86
<b>II.GASTOS GENERALES</b>				<b>30.00</b>
<b>2.1 GESTIÓN Y LOGISTICA</b>				<b>30.00</b>
Fletes	Global	1.00	30.00	30.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>720.28</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES</b>				<b>S/. 0.72</b>

Fuente propia – Programa Nacional de Manejo de Cuenca Hidrográfica y Conservación de suelos (PRONAMACHCS)

**Tabla A.26.** Costo de producción y unitario de plántones de cedro en bandejas con celdas fijas con sustrato S4

Número de sustrato	: S4 (Tierra negra, Vermiculita, Compost)
Contenedor	: Bandeja (0.48 x 0.3 m)
Duración	: 150 Días
Número de Plantas	: 1000 Plántones
Tamaño de Vivero	: Almacigo (1.00 m <sup>2</sup> ) y Repique (8.40 m <sup>2</sup> )

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>685.28</b>
<b>1.1. BIENES DE CONSUMO</b>				<b>59.50</b>
Semilla de cedro	kg	0.02	100.00	2.00
Fungicidas	lt	0.05	60.00	3.00
Arena para cama de almacigo	m <sup>3</sup>	0.15	30.00	4.50
Para construcción de tinglado	Global	1.00	50.00	50.00
<b>1.2.SERVICIOS</b>				<b>240.00</b>
Mano de obra no calificada	Jornal	4.00	30.00	120.00
Mano de obra calificada	Jornal	3.00	40.00	120.00
<b>1.3. MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO</b>				<b>298.50</b>
Tierra negra (50%)	m <sup>3</sup>	0.30	70.00	21.00
Vermiculita (33.3%)	sacos	1.75	150.00	262.50
Compost (16.7%)	m <sup>3</sup>	0.10	150.00	15.00
<b>1.4. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DURADEROS</b>				<b>7.42</b>
Carretilla Buggie c/lanta neumática	Unidad	0.002	120.00	0.24
Mochila Fumigadora (20 litros)	Unidad	0.002	150.00	0.30
Pico	Unidad	0.003	25.00	0.08
Pala cuchara	Unidad	0.005	25.00	0.13
Pala recta	Unidad	0.005	30.00	0.15
Tijera de podar	Unidad	0.004	30.00	0.12
Rastrillo	Unidad	0.005	25.00	0.13
Zaranda (1/4 x 1/4")	m <sup>2</sup>	0.125	30.00	3.75
Regadora (10 Litros)	Unidad	0.1	25.00	2.50
Hoyador	Unidad	0.002	5.00	0.01
Wincha (5 m)	Unidad	0.001	25.00	0.03
<b>1.5. DEPRECIACIONES</b>				<b>79.86</b>
Bandeja con celdas fijas	Mes	5	15.97	79.86
<b>II.GASTOS GENERALES</b>				<b>30.00</b>
<b>2.1 GESTIÓN Y LOGISTICA</b>				<b>30.00</b>
Fletes	Global	1.00	30.00	30.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>715.28</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES</b>				<b>S/. 0.72</b>

Fuente propia – Programa Nacional de Manejo de Cuenca Hidrográfica y Conservación de suelos (PRONAMACHCS)

**Tabla A.27.** Costo de producción y unitario de plántones de fresno en bolsas de polietileno con sustrato S1

Número de sustrato	: S1 (Tierra negra, Arena, Humus de lombriz)
Contenedor	: Bolsa Polietileno de 7"x 4"x 2mm
Duración	: 150 Días
Número de Plantas	: 1000 Plántones
Tamaño de Vivero	: Almacigo (1.00 m2) y Repique (8.40 m2)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>416.52</b>
<b>1.1. BIENES DE CONSUMO</b>				<b>75.10</b>
Semilla de fresno	kg	0.02	80.00	1.60
Bolsas de Polietileno (4"x 7"x 2mm)	Millar	1.00	16.00	16.00
Fungicidas	lt	0.05	60.00	3.00
Arena para cama de almacigo	m3	0.15	30.00	4.50
Para construcción de tinglado	Global	1.00	50.00	50.00
<b>1.2.SERVICIOS</b>				<b>240.00</b>
Mano de obra no calificada	Jornal	4.00	30.00	120.00
Mano de obra calificada	Jornal	3.00	40.00	120.00
<b>1.3. MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO</b>				<b>94.00</b>
Tierra negra (50%)	m3	0.60	70.00	42.00
Arena (33.3%)	m3	0.40	30.00	12.00
Humus de Lombriz (16.7%)	m3	0.20	200.00	40.00
<b>1.4. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DURADEROS</b>				<b>7.42</b>
Carretilla Buggie c/llanta neumática	Unidad	0.002	120.00	0.24
Mochila Fumigadora (20 litros)	Unidad	0.002	150.00	0.30
Pico	Unidad	0.003	25.00	0.08
Pala cuchara	Unidad	0.005	25.00	0.13
Pala recta	Unidad	0.005	30.00	0.15
Tijera de podar	Unidad	0.004	30.00	0.12
Rastrillo	Unidad	0.005	25.00	0.13
Zaranda (1/4 x 1/4")	m2	0.125	30.00	3.75
Regadora (10 Litros)	Unidad	0.1	25.00	2.50
Hoyador	Unidad	0.002	5.00	0.01
Wincha (5 m)	Unidad	0.001	25.00	0.03
<b>II.GASTOS GENERALES</b>				<b>30.00</b>
<b>2.1 GESTIÓN Y LOGISTICA</b>				<b>30.00</b>
Fletes	Global	1.00	30.00	30.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>446.52</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES</b>				<b>S/. 0.45</b>

Fuente propia – Programa Nacional de Manejo de Cuenca Hidrográfica y Conservación de suelos (PRONAMACHCS)

**Tabla A.28.** Costo de producción y unitario de plántones de fresno en bolsas de polietileno con sustrato S2

Número de sustrato	: S2 (Tierra negra, Arena, Compost)
Contenedor	: Bolsa Polietileno de 7"x 4"x 2mm
Duración	: 150 Días
Número de Plantas	: 1000 Plántones
Tamaño de Vivero	: Almacigo (1.00 m2) y Repique (8.40 m2)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>406.52</b>
<b>1.1. BIENES DE CONSUMO</b>				<b>75.10</b>
Semilla de fresno	kg	0.02	80.00	1.60
Bolsas de Polietileno (4"x 7"x 2mm)	Millar	1.00	16.00	16.00
Fungicidas	lt	0.05	60.00	3.00
Arena para cama de almacigo	m3	0.15	30.00	4.50
Para construcción de tinglado	Global	1.00	50.00	50.00
<b>1.2.SERVICIOS</b>				<b>240.00</b>
Mano de obra no calificada	Jornal	4.00	30.00	120.00
Mano de obra calificada	Jornal	3.00	40.00	120.00
<b>1.3. MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO</b>				<b>84.00</b>
Tierra negra (50%)	m3	0.60	70.00	42.00
Arena (33.3%)	m3	0.40	30.00	12.00
Compost (16.7%)	m3	0.20	150.00	30.00
<b>1.4. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DURADEROS</b>				<b>7.42</b>
Carretilla Buggie c/llanta neumática	Unidad	0.002	120.00	0.24
Mochila Fumigadora (20 litros)	Unidad	0.002	150.00	0.30
Pico	Unidad	0.003	25.00	0.08
Pala cuchara	Unidad	0.005	25.00	0.13
Pala recta	Unidad	0.005	30.00	0.15
Tijera de podar	Unidad	0.004	30.00	0.12
Rastrillo	Unidad	0.005	25.00	0.13
Zaranda (1/4 x 1/4")	m2	0.125	30.00	3.75
Regadora (10 Litros)	Unidad	0.1	25.00	2.50
Hoyador	Unidad	0.002	5.00	0.01
Wincha (5 m)	Unidad	0.001	25.00	0.03
<b>II.GASTOS GENERALES</b>				<b>30.00</b>
<b>2.1 GESTIÓN Y LOGISTICA</b>				<b>30.00</b>
Fletes	Global	1.00	30.00	30.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>436.52</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES</b>				<b>S/. 0.44</b>

Fuente propia – Programa Nacional de Manejo de Cuenca Hidrográfica y Conservación de suelos (PRONAMACHCS)



**Tabla A.29.** Costo de producción y unitario de plántones de fresno en bolsas de polietileno con sustrato S3

Número de sustrato	: S3 (Tierra negra, Vermiculita, Humus de lombriz)
Contenedor	: Bolsa Polietileno de 7"x 4"x 2mm
Duración	: 150 Días
Número de Plantas	: 1000 Plántones
Tamaño de Vivero	: Almacigo (1.00 m <sup>2</sup> ) y Repique (8.40 m <sup>2</sup> )

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>779.52</b>
<b>1.1. BIENES DE CONSUMO</b>				<b>75.10</b>
Semilla de fresno	kg	0.02	80.00	1.60
Bolsas de Polietileno (4"x 7"x 2mm)	Millar	1.00	16.00	16.00
Fungicidas	lt	0.05	60.00	3.00
Arena para cama de almacigo	m <sup>3</sup>	0.15	30.00	4.50
Para construcción de tinglado	Global	1.00	50.00	50.00
<b>1.2.SERVICIOS</b>				<b>240.00</b>
Mano de obra no calificada	Jornal	4.00	30.00	120.00
Mano de obra calificada	Jornal	3.00	40.00	120.00
<b>1.3. MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO</b>				<b>457.00</b>
Tierra negra (50%)	m <sup>3</sup>	0.60	70.00	42.00
Vermiculita (33.3%)	sacos	2.50	150.00	375.00
Humus de lombriz (16.7%)	m <sup>3</sup>	0.20	200.00	40.00
<b>1.4. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DURADEROS</b>				<b>7.42</b>
Carretilla Buggie c/lanta neumática	Unidad	0.002	120.00	0.24
Mochila Fumigadora (20 litros)	Unidad	0.002	150.00	0.30
Pico	Unidad	0.003	25.00	0.08
Pala cuchara	Unidad	0.005	25.00	0.13
Pala recta	Unidad	0.005	30.00	0.15
Tijera de podar	Unidad	0.004	30.00	0.12
Rastrillo	Unidad	0.005	25.00	0.13
Zaranda (1/4 x 1/4")	m <sup>2</sup>	0.125	30.00	3.75
Regadora (10 Litros)	Unidad	0.1	25.00	2.50
Hoyador	Unidad	0.002	5.00	0.01
Wincha (5 m)	Unidad	0.001	S 25.00	0.03
<b>II.GASTOS GENERALES</b>				<b>30.00</b>
<b>2.1 GESTIÓN Y LOGISTICA</b>				<b>30.00</b>
Fletes	Global	1.00	30.00	30.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>809.52</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES</b>				<b>S/. 0.81</b>

Fuente propia – Programa Nacional de Manejo de Cuenca Hidrográfica y Conservación de suelos (PRONAMACHCS)

**Tabla A.30.** Costo de producción y unitario de plántones de fresno en bolsas de polietileno con sustrato S4

Número de sustrato	: S4 (Tierra negra, Vermiculita, Compost)
Contenedor	: Bolsa Polietileno de 7"x 4"x 2mm
Duración	: 150 Días
Número de Plantas	: 1000 Plántones
Tamaño de Vivero	: Almacigo (1.00 m2) y Repique (8.40 m2)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>769.52</b>
<b>1.1. BIENES DE CONSUMO</b>				<b>75.10</b>
Semilla de fresno	kg	0.02	80.00	1.60
Bolsas de Polietileno (4"x 7"x 2mm)	Millar	1.00	16.00	16.00
Fungicidas	lt	0.05	60.00	3.00
Arena para cama de almacigo	m3	0.15	30.00	4.50
Para construcción de tinglado	Global	1.00	50.00	50.00
<b>1.2.SERVICIOS</b>				<b>240.00</b>
Mano de obra no calificada	Jornal	4.00	30.00	120.00
Mano de obra calificada	Jornal	3.00	40.00	120.00
<b>1.3. MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO</b>				<b>447.00</b>
Tierra negra (50%)	m3	0.60	70.00	42.00
Vermiculita (33.3%)	sacos	2.50	150.00	375.00
Compost (16.7%)	m3	0.20	150.00	30.00
<b>1.4. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DURADEROS</b>				<b>7.42</b>
Carretilla Buggie c/llanta neumática	Unidad	0.002	120.00	0.24
Mochila Fumigadora (20 litros)	Unidad	0.002	150.00	0.30
Pico	Unidad	0.003	25.00	0.08
Pala cuchara	Unidad	0.005	25.00	0.13
Pala recta	Unidad	0.005	30.00	0.15
Tijera de podar	Unidad	0.004	30.00	0.12
Rastrillo	Unidad	0.005	25.00	0.13
Zaranda (1/4 x 1/4")	m2	0.125	30.00	3.75
Regadora (10 Litros)	Unidad	0.1	25.00	2.50
Hoyador	Unidad	0.002	5.00	0.01
Wincha (5 m)	Unidad	0.001	25.00	. 0.03
<b>II.GASTOS GENERALES</b>				<b>30.00</b>
<b>2.1 GESTIÓN Y LOGISTICA</b>				<b>30.00</b>
Fletes	Global	1.00	30.00	30.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>799.52</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES</b>				<b>S/. 0.80</b>

Fuente propia – Programa Nacional de Manejo de Cuenca Hidrográfica y Conservación de suelos (PRONAMACHCS)

**Tabla A.31.** Costo de producción y unitario de plántones de fresno en bandejas con celdas fijas con sustrato S1

Número de sustrato	: S1 (Tierra negra, Arena, Humus de lombriz)
Contenedor	: Bandeja (0.48 x 0.3 m)
Duración	: 150 Días
Número de Plantas	: 1000 Plántones
Tamaño de Vivero	: Almacigo (1.00 m <sup>2</sup> ) y Repique (8.40 m <sup>2</sup> )

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>433.38</b>
<b>1.1. BIENES DE CONSUMO</b>				<b>59.10</b>
Semilla de fresno	kg	0.02	80.00	1.60
Fungicidas	lt	0.05	60.00	3.00
Arena para cama de almacigo	m <sup>3</sup>	0.15	30.00	4.50
Para construcción de tinglado	Global	1.00	50.00	50.00
<b>1.2.SERVICIOS</b>				<b>240.00</b>
Mano de obra no calificada	Jornal	4.00	30.00	120.00
Mano de obra calificada	Jornal	3.00	40.00	120.00
<b>1.3. MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO</b>				<b>47.00</b>
Tierra negra (50%)	m <sup>3</sup>	0.30	70.00	21.00
Arena (33.3%)	m <sup>3</sup>	0.20	30.00	6.00
Humus de Lombriz (16.7%)	m <sup>3</sup>	0.10	200.00	20.00
<b>1.4. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DURADEROS</b>				<b>7.42</b>
Carretilla Buggie c/lanta neumática	Unidad	0.002	120.00	0.24
Mochila Fumigadora (20 litros)	Unidad	0.002	150.00	0.30
Pico	Unidad	0.003	25.00	0.08
Pala cuchara	Unidad	0.005	25.00	0.13
Pala recta	Unidad	0.005	30.00	0.15
Tijera de podar	Unidad	0.004	30.00	0.12
Rastrillo	Unidad	0.005	25.00	0.13
Zaranda (1/4 x 1/4")	m <sup>2</sup>	0.125	30.00	3.75
Regadora (10 Litros)	Unidad	0.1	25.00	2.50
Hoyador	Unidad	0.002	5.00	0.01
Wincha (5 m)	Unidad	0.001	25.00	0.03
<b>1.5. DEPRECIACIONES</b>				<b>79.86</b>
Bandeja con celdas fijas	Mes	5	15.97	79.86
<b>II.GASTOS GENERALES</b>				<b>30.00</b>
<b>2.1 GESTIÓN Y LOGISTICA</b>				<b>30.00</b>
Fletes	Global	1.00	30.00	30.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>463.38</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES</b>				<b>S/. 0.46</b>

Fuente propia – Programa Nacional de Manejo de Cuenca Hidrográfica y Conservación de suelos (PRONAMACHCS)

**Tabla A.32.** Costo de producción y unitario de plántones de fresno en bandejas con celdas fijas con sustrato S2

Número de sustrato : S2 (Tierra negra, arena,compost)

Contenedor : Bandeja (0.48 x 0.3 m)

Duración : 150 Días

Número de Plantas : 1000 Plántones

Tamaño de Vivero : Almacigo (1.00 m2) y Repique (8.40 m2)

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>428.38</b>
<b>1.1. BIENES DE CONSUMO</b>				<b>59.10</b>
Semilla de fresno	kg	0.02	80.00	1.60
Fungicidas	lt	0.05	60.00	3.00
Arena para cama de almacigo	m3	0.15	30.00	4.50
Para construcción de tinglado	Global	1.00	50.00	50.00
<b>1.2.SERVICIOS</b>				<b>240.00</b>
Mano de obra no calificada	Jornal	4.00	30.00	120.00
Mano de obra calificada	Jornal	3.00	40.00	120.00
<b>1.3. MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO</b>				<b>42.00</b>
Tierra negra (50%)	m3	0.30	70.00	21.00
Arena (33.3%)	m3	0.20	30.00	6.00
Compost (16.7%)	m3	0.10	150.00	15.00
<b>1.4. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DURADEROS</b>				<b>7.42</b>
Carretilla Buggie c/lanta neumática	Unidad	0.002	120.00	0.24
Mochila Fumigadora (20 litros)	Unidad	0.002	150.00	0.30
Pico	Unidad	0.003	25.00	0.08
Pala cuchara	Unidad	0.005	25.00	0.13
Pala recta	Unidad	0.005	30.00	0.15
Tijera de podar	Unidad	0.004	30.00	0.12
Rastrillo	Unidad	0.005	25.00	0.13
Zaranda (1/4 x 1/4")	m2	0.125	30.00	3.75
Regadora (10 Litros)	Unidad	0.1	25.00	2.50
Hoyador	Unidad	0.002	5.00	0.01
Wincha (5 m)	Unidad	0.001	25.00	0.03
<b>1.5. DEPRECIACIONES</b>				<b>79.86</b>
Bandeja con celdas fijas	Mes	5	15.97	79.86
<b>II.GASTOS GENERALES</b>				<b>30.00</b>
<b>2.1 GESTIÓN Y LOGISTICA</b>				<b>30.00</b>
Fletes	Global	1.00	30.00	30.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>458.38</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES</b>				<b>S/. 0.46</b>

Fuente propia – Programa Nacional de Manejo de Cuenca Hidrográfica y Conservación de suelos (PRONAMACHCS)

**Tabla A.33.** Costo de producción y unitario de plántones de fresno en bandejas con celdas fijas con sustrato S3

Número de sustrato	: S3 (Tierra negra, Vermiculita, Humus de lombriz)
Contenedor	: Bandeja (0.48 x 0.3 m)
Duración	: 150 Días
Número de Plantas	: 1000 Plántones
Tamaño de Vivero	: Almacigo (1.00 m <sup>2</sup> ) y Repique (8.40 m <sup>2</sup> )

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>689.88</b>
<b>1.1. BIENES DE CONSUMO</b>				<b>59.10</b>
Semilla de fresno	kg	0.02	80.00	1.60
Fungicidas	lt	0.05	60.00	3.00
Arena para cama de almacigo	m <sup>3</sup>	0.15	30.00	4.50
Para construcción de tinglado	Global	1.00	50.00	50.00
<b>1.2.SERVICIOS</b>				<b>240.00</b>
Mano de obra no calificada	Jornal	4.00	30.00	120.00
Mano de obra calificada	Jornal	3.00	40.00	120.00
<b>1.3. MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO</b>				<b>303.50</b>
Tierra negra (50%)	m <sup>3</sup>	0.30	70.00	21.00
Vermiculita (33.3%)	sacos	1.75	150.00	262.50
Humus de lombriz (16.7%)	m <sup>3</sup>	0.10	200.00	20.00
<b>1.4. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DURADEROS</b>				<b>7.42</b>
Carretilla Buggie c/lanta neumática	Unidad	0.002	120.00	0.24
Mochila Fumigadora (20 litros)	Unidad	0.002	150.00	0.30
Pico	Unidad	0.003	25.00	0.08
Pala cuchara	Unidad	0.005	25.00	0.13
Pala recta	Unidad	0.005	30.00	0.15
Tijera de podar	Unidad	0.004	30.00	0.12
Rastrillo	Unidad	0.005	25.00	0.13
Zaranda (1/4 x 1/4")	m <sup>2</sup>	0.125	30.00	3.75
Regadora (10 Litros)	Unidad	0.1	25.00	2.50
Hoyador	Unidad	0.002	5.00	0.01
Wincha (5 m)	Unidad	0.001	25.00	0.03
<b>1.5. DEPRECIACIONES</b>				<b>79.86</b>
Bandeja con celdas fijas	Mes	5	15.97	79.86
<b>II.GASTOS GENERALES</b>				<b>30.00</b>
<b>2.1 GESTIÓN Y LOGISTICA</b>				<b>30.00</b>
Fletes	Global	1.00	30.00	30.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>719.88</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLANTONES</b>				<b>S/. 0.72</b>

Fuente propia – Programa Nacional de Manejo de Cuenca Hidrográfica y Conservación de suelos (PRONAMACHCS)

**Tabla A.34.** Costo de producción y unitario de plántones de fresno en bandejas con celdas fijas con sustrato S4

Número de sustrato	: S4 (Tierra negra, Vermiculita, Compost)
Contenedor	: Bandeja (0.48 x 0.3 m)
Duración	: 150 Días
Número de Plantas	: 1000 Plántones
Tamaño de Vivero	: Almacigo (1.00 m <sup>2</sup> ) y Repique (8.40 m <sup>2</sup> )

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	TOTAL (S/.)
<b>I. COSTOS DIRECTOS</b>				<b>684.88</b>
<b>1.1. BIENES DE CONSUMO</b>				<b>59.10</b>
Semilla de fresno	kg	0.02	80.00	1.60
Fungicidas	lt	0.05	60.00	3.00
Arena para cama de almacigo	m <sup>3</sup>	0.15	30.00	4.50
Para construcción de tinglado	Global	1.00	50.00	50.00
<b>1.2.SERVICIOS</b>				<b>240.00</b>
Mano de obra no calificada	Jornal	4.00	30.00	120.00
Mano de obra calificada	Jornal	3.00	40.00	120.00
<b>1.3. MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DE SUSTRATO</b>				<b>298.50</b>
Tierra negra (50%)	m <sup>3</sup>	0.30	70.00	21.00
Vermiculita (33.3%)	sacos	1.75	150.00	262.50
Compost (16.7%)	m <sup>3</sup>	0.10	150.00	15.00
<b>1.4. HERRAMIENTAS Y MATERIALES DURADEROS</b>				<b>7.42</b>
Carretilla Buggie c/lanta neumática	Unidad	0.002	120.00	0.24
Mochila Fumigadora (20 litros)	Unidad	0.002	150.00	0.30
Pico	Unidad	0.003	25.00	0.08
Pala cuchara	Unidad	0.005	25.00	0.13
Pala recta	Unidad	0.005	30.00	0.15
Tijera de podar	Unidad	0.004	30.00	0.12
Rastrillo	Unidad	0.005	25.00	0.13
Zaranda (1/4 x 1/4")	m <sup>2</sup>	0.125	30.00	3.75
Regadora (10 Litros)	Unidad	0.1	25.00	2.50
Hoyador	Unidad	0.002	5.00	0.01
Wincha (5 m)	Unidad	0.001	25.00	0.03
<b>1.5. DEPRECIACIONES</b>				<b>79.86</b>
Bandeja con celdas fijas	Mes	5	15.97	79.86
<b>II.GASTOS GENERALES</b>				<b>30.00</b>
<b>2.1 GESTIÓN Y LOGÍSTICA</b>				<b>30.00</b>
Fletes	Global	1.00	30.00	30.00
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>714.88</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTONES</b>				<b>S/. 0.71</b>

Fuente propia – Programa Nacional de Manejo de Cuenca Hidrográfica y Conservación de suelos (PRONAMACHCS)