

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“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 para obtener el Título de:
INGENIERO AGRÓNOMO

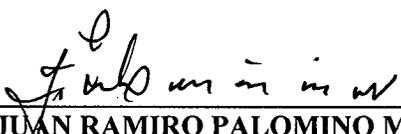
Presentada por:
Jairo Iván Pahuara Quincho

AYACUCHO - PERÚ

2009

**“INFLUENCIA DE SUSTRATOS EN LA PROPAGACION SEXUAL DE
CEDRO, EUCALIPTO ROSADO, BOLAINA, PINO ROJO Y
EVALUACION DEL CRECIMIENTO EN CAMPO DEFINITIVO
DE CAOBA, BOLAINA Y EUCALIPTO ROSADO EN ANCO,
LA MAR, AYACUCHO”**

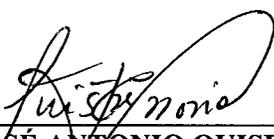
Recomendado : 11 de agosto de 2009
Aprobado : 13 de agosto de 2009



Dr. JUAN RAMIRO PALOMINO MALPARTIDA
Presidente del Jurado



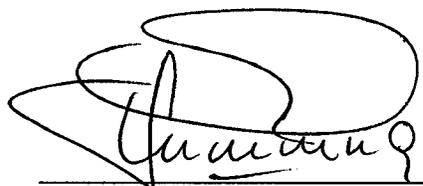
M.Sc. ING. RÓMULO AGUSTÍN SOLANO RAMOS
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. JOSÉ ANTONIO QUISPE TENORIO
Miembro del Jurado



ING. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. FRANCISCO CONDEÑA ALMORA
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

Dedicatoria

A mis padres, hermanos y amigos que con su esfuerzo desinteresado han contribuido en mi realización profesional. A todos ellos que Dios les bendiga.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Alma Mater de mi formación profesional.
- A la Facultad de Ciencias Agrarias, a través de ella a sus docentes, quienes me transmitieron sus conocimientos y experiencias para mi adecuada formación profesional.
- Al Ing. M. Sc. Rómulo Solano Ramos, asesor del presente trabajo, por el apoyo desinteresado en la formulación y desarrollo del presente trabajo de investigación.
- A la Municipalidad Distrital de Anco La Mar por haberme brindado las facilidades para la ejecución del presente trabajo de investigación.
- De igual manera, expreso mi reconocimiento y gratitud a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo y colaboración en las diferentes etapas de la ejecución del presente trabajo.

ÍNDICE

Contenido	Páginas
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I	
REVISIÓN DE LITERATURA	
1.1. Características de la Región Selva.....	10
1.2. Características del Valle del Río Apurímac y Ene	12
1.3. Importancia de la reforestación	13
1.4. Principios básicos y procedimientos de evaluación de la calidad del plantón forestal	14
1.5. Importancia de las especies en estudio	20
1.5.1. Cedro	20
1.5.2. Bolaina blanca.....	28
1.5.3. Caoba	33
1.5.4. Eucalipto rosado	36
1.5.5. Pino chuncho rojo	43
1.6. El vivero	47
1.6.1. Tipos de vivero.....	47
1.6.2. Diseño de un vivero	48
1.6.3. Almacigos.....	49
1.6.4. Camas de repique.....	49
1.6.5. Caminos y calles	50
1.6.6. Oficina y almacén.....	50
1.6.7. Servicios sanitarios	50
1.6.8. Otras construcciones	51
1.7. Suelo	51
1.8. Sustratos	53
1.8.1. Características físicas	54
1.8.2. Características químicas.....	54
1.8.3. Características biológicas	55

1.8.4. Propiedades de los sustratos	56
1.8.4. Preparación de sustratos	56
1.9. pH del sustrato	57
1.10. Producción de plántones forestales en vivero	58
A. Obtención de semillas	58
B. Tratamientos pregerminativos	58
C. Almacigado	58
D. Germinación	60
E. Energía germinativa.....	61
F. Repique	61
G. Tinglado.....	63
H. Riego	63
I. Deshierbo.....	64
J. Control fitosanitario.....	65
K. Remoción y selección.....	65
1.11. Establecimiento de plantaciones forestales.....	65
A. Selección de especies y procedencias	66
B. Selección del sitio de plantación y especies a instalarse.....	67
C. Preparación del terreno	68
D. Distanciamiento inicial de plantación	69
E. Trazado y marcación	69
F. Apertura de hoyos	69
G. Selección, transporte y distribución de plántones.....	70
H. Plantación y recalce.....	71
1.12. Manejo de plantaciones forestales	71
A. Protección de la plantación.....	72
B. Control de malezas.....	73

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Información general.....	74
A. Ubicación del proyecto	74

B. Características agroecológicas.....	76
2.2. Materiales y equipos utilizados.....	79
2.2.1. Materiales.....	80
2.2.2. Equipos.....	80
2.2.3. Insumos.....	81
2.2.4. Herramientas.....	82
2.3. Factores en estudio.....	83
2.2.1. Factores en estudio para producción de plantones.....	83
2.2.2. Factores en estudio en el establecimiento de plantaciones.....	85
2.4. Tratamientos en estudio.....	86
A. Producción de plantones.....	86
B. Establecimiento de plantaciones.....	89
2.5. Parámetros de evaluación.....	91
A. Producción de plantones.....	91
B. Evaluación del establecimiento de plantaciones.....	91
2.6. Conducción del ensayo.....	92
2.6.1. En vivero.....	92
2.6.2. En campo definitivo.....	95
2.7. Diseño experimental.....	96

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Emergencia de plántulas.....	99
3.2. Precocidad en la emergencia de plántulas.....	100
3.3. Crecimiento y desarrollo de los plantones.....	101
A. Crecimiento de tallos y hojas en el vivero.....	101
A.1. Altura de planta.....	102
A.2. Diámetro de tallo.....	103
A.3. Número de hojas.....	104
A.4. Peso fresco total.....	106
B. Crecimiento de raíces.....	107
B.1. Numero de raíces.....	108

B.2. Longitud de la raíz.....	109
B.3. Diámetro de la raíz.....	110
B.4. Peso fresco de raíz.....	111
C. Índice de calidad de los plántones en vivero.....	112
C.1. Índice tallo raíz.....	113
C.2. Índice de esbeltez.....	115
C.3. Índice de Dickson.....	115
D. Correlación entre variables de plantas en el vivero.....	117
3.3. Establecimiento en campo definitivo de plántones forestales.....	117
A. Altura de la planta y diámetro del tallo.....	118
B. Sanidad de plantas.....	124
C. Vigor de las plantas.....	124
D. Porcentaje de establecimiento.....	124

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.....	126
4.2. Recomendaciones.....	128
RESUMEN.....	129
LITERATURA CONSULTADA.....	132
ANEXOS.....	137

INTRODUCCIÓN

La Selva Alta a pesar de presentar una topografía mayormente accidentada está cubierta por vegetación que alberga una gran biodiversidad, que aun no se valora por el desconocimiento del poblador local, que no aprovecha este recurso, no obstante su demanda en el mercado. Por otro lado, la explotación forestal y tala de bosque para establecer la agricultura, ha puesto en riesgo todo este frágil sistema exponiendo los suelos y la biodiversidad a la erosión, sin que las autoridades tomen medidas para evitar y mantener estas microcuencas libres de estos riesgos.

Frente a esta situación, es necesario fomentar el establecimiento de plantaciones agroforestales con especies forestales comerciales, pero que a su vez también brinden beneficios ambientales, económicos y sociales a las poblaciones locales. El conocimiento sobre el establecimiento y manejo de plantaciones agroforestales en el Valle del Rio Apurímac y Ene es incipiente, aunado al poco apoyo por parte del gobierno central y de los gobiernos locales.

Para detener el grave impacto de la deforestación en el VRAE es imprescindible la toma de conciencia en la población del grave problema que ocurre, así como generar tecnología adecuada en la producción de plántones y establecimiento de plantaciones en campo definitivo bajo el criterio de sistemas agroforestales y de esta manera recuperar la degradación de los suelos.

Otro aspecto que se debe considerar es el seguimiento o monitoreo de la plantación agroforestal, que comúnmente no se realiza y por tanto, no se tiene información del establecimiento y crecimiento de las plantaciones y por lo tanto, del éxito de las plantaciones agroforestales.

Tomando en consideración los aspectos mencionados, se planteo el presente trabajo de investigación en la zona de Ceja de Selva del distrito de Anco – La Mar, con los siguientes objetivos:

1. Evaluar la influencia de diferentes sustratos durante la producción de plántones forestales en vivero de cuatro especies forestales tropicales.
2. Evaluar el establecimiento de plantaciones en campo definitivo de tres especies forestales en tres localidades del distrito de Anco.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN SELVA

Según Caufield y Pino (1985)¹, la complejidad de la problemática amazónica peruana y su peculiaridad son evidentes en relación a las otras dos regiones del país. En la Amazonía peruana, se combinan los factores ecológicos, sociales, económicos y políticos que se entrecruzan de modo permanente, dando los resultados que hoy observamos.

La selva posee 775 650 Km², siendo el espacio geográfico más extenso del país, con el 61.3% del territorio nacional. Sin embargo, es la zona menos poblada del país, contando con sólo algo más del 10% de la población total del país.

La zona de selva, según Tosí, está clasificada como bosque tropical húmedo, típico en su mayor extensión; luego, bosque húmedo subtropical; bosque muy

¹ CAUFIELD, C. y PINO, Z. (1985). *Bosques Tropicales Húmedos. La Situación Mundial y La Amazonía Peruana*. Centro de Estudios Rurales Andinos Bartolomé de las Casas. Cuzco, Perú.

húmedo tropical; y bosque muy húmedo subtropical.

La Amazonía peruana no tiene una formación ecológica homogénea porque mantiene características fisiográficas, florísticas, edáficas, así como socioeconómicas, diversificadas, comenzando éstas en las cumbres altas de los macizos nevados de la Cordillera Oriental de los Andes.

Los suelos de la Selva Alta, conocida como Ceja de Selva, con una extensión aproximada de 9 millones de hectáreas, se inicia en la vertiente oriental de los Andes peruanos, en la línea de árboles que en algunos lugares puede llegar incluso a los 4 000 m.s.n.m., constituyendo el límite con la sierra, terminando en los 600 m.s.n.m.. El inicio de esta franja, que desciende hasta los dos mil metros, es la llamada propiamente Ceja de Selva, que es el espacio donde la presión de la migración y donde los primeros intentos de colonización se han acentuado, dejando un marco de consecuencias negativas por el sobre pastoreo, deforestación, quema y tala de árboles, debilitando su precaria condición edáfica; pues, son suelos poco profundos y con pendientes muy altas expuestos fácilmente a la erosión, motivo suficiente para convertir esta zona en áreas de protección y de intangibilidad inmediata.

Esta área presenta suelos maduros, de fertilidad media y baja, relativamente ácidos, con un pH entre 4 y 4.5; con poco contenido de materia orgánica, pobre en contenido de elementos minerales mayores como el fósforo y el potasio, así como el magnesio, importantes para cultivos como café, té, cacao y cítricos.

También, existen suelos azonales que se caracterizan por ser muy fértiles, son resultado de las acumulaciones aluviales y coluviales que van dejando los relaves de los ríos

Los suelos de la Selva Baja tienen la conformación típica de las llanuras amazónicas formadas por sedimentos que pueden ser de origen lacustre o fluvial. Son suelos con fertilidad muy baja, pesados, con gran cantidad de arcilla que dificulta el drenaje. La acidez es alta, con un pH de 3.5 a 4.5 que limita

fuertemente la actividad agropecuaria, posibilitando un uso más forestal gracias a las adaptaciones de las distintas especies forestales. Estos suelos son más pobres que los de la Selva Alta, en cuanto se refiere a los elementos mayores como el nitrógeno, fósforo y potasio, así como en elementos menores de importancia. Es singular mencionar que las especies maderables útiles de nuestra Amazonía no llegan a 10 por hectárea.

La deforestación de la Selva es una de las características más notables de la degradación ecológica que sufren los bosques tropicales y se viene efectuando de manera permanente por la presión que sufren estas áreas al ser utilizadas con fines agrícolas o ganaderos. Los efectos de la deforestación son varios y complejos, asimismo las causas.

1.2. CARACTERÍSTICAS DEL VALLE DEL RÍO APURÍMAC Y ENE

Según DEVIDA y USAID (2003), en el Valle del Río Apurímac y Ene (VRAE), el aumento desmesurado de cultivos ilícitos de coca y amapola (esta última por la zona de San Antonio y Anco), la tala indiscriminada que da lugar a la agricultura migratoria, la explotación forestal ilegal que se dan en las áreas de protección sin un control adecuado por las autoridades, la contaminación de las micro cuencas y subcuencas producto de los químicos (kerosene, ácido sulfúrico, cemento, etc., usados para la elaboración de PBC y vertidos a los principales ríos de esta cuenca) generan, entre otros, la pérdida de los suelos en el valle producto de la erosión, que varía de 3.3 a 5.6 TM/ha/año. Todo lo referido ha puesto en peligro todo este frágil ecosistema.

Desde el punto de vista ambiental, el problema de los cultivos ilegales es dramático por la infeliz coincidencia que se realizan en zonas ecológicamente sensibles en las que reside la mayor diversidad.

Como consecuencia de lo anterior, se tiene la presencia de los desbordes de los ríos, deslizamientos y procesos de asentamiento que originan una serie de problemas ambientales que se traducen en deterioro de las obras de

infraestructura vial (plataforma de carreteras, cunetas, badenes, alcantarillas, pontones, etc.), impidiéndole normal flujo de comercialización de los productos agrícolas y de primera necesidad. Asimismo, se presenta una destrucción de las áreas de cultivo, destrucción de viviendas, servicios básicos de agua y desagüe trayendo como consecuencia la migración de los pobladores hacia zonas más seguras.

La presencia de todos los factores indicados constituye la identificación de una problemática, cuyo efecto negativo se presenta en los diferentes sectores.

El desarrollo de las áreas del VRAE debe atenderse íntegramente; es decir, no solamente tomando aspectos de sostenibilidad técnica, sino también considerando aspectos sociales, económicos, jurídicos, culturales y ambientales, destinados al logro de mejores condiciones de bienestar y calidad de vida del poblador del VRAE.

1.3. IMPORTANCIA DE LA REFORESTACIÓN

El IICA (1981) refiere 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 en sí 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

porque es una actividad que se relaciona y complementa con otras actividades productivas como la agricultura, ganadería, carpintería, etc.

1.4. PRINCIPIOS BÁSICOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL PLANTÓN FORESTAL

García (2007)² plantea que el establecimiento exitoso de la plantación es el principal objetivo de un proyecto de inversión forestal y depende de muchos factores, entre ellos de la calidad de los plantines. Por tal motivo, los viveros forestales invierten en semillas de calidad, así como en las mejores prácticas de manejo de vivero (Birchler y otros, 1998; López y Gelid, 1993), ya que además de resistir condiciones adversas, los plantines deben ser capaces de producir árboles con crecimiento satisfactorio (Paiva y Gómez, 1995; Goncalves y otros, 2004). 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 enfrentan aún hoy los forestadores, debido en parte a la calidad deficiente de los plantines. Sin embargo, la idea de cómo debe ser un plantín "ideal" es diferente para cada viverista y forestador de la zona, quienes en una encuesta realizada en 2002 describieron a la planta ideal con valores de altura entre 20 y 45 cm y valores de diámetro del cuello de 2 a 3,5 mm, mientras que la mayoría no mencionó forma de la raíz; no obstante, al preguntárseles directamente acerca de la raíz, todos expresaron tener en cuenta su desarrollo y su forma, siendo los defectos de forma motivo de descarte de plantines de un lote. Al respecto, Fernández, Gil y Pardos, (1996), mencionan que debemos entender como calidad de la planta de vivero "el grado con el que cumple los objetivos de su utilización con el mínimo costo" en que nuestro caso significa lograr una elevada supervivencia de los brinzales y también el máximo crecimiento que posibilita la estación. Dado el gran número de factores incontrolables que actúan sobre los brinzales, una vez plantados, la calidad de la planta empleada debería ser un factor que nunca tendrá que ponerse en duda.

² GARCÍA, M. A. (2007). *Importancia de la Calidad del Plantin Forestal*. Mencionado en la página web <http://www.INTA.gob.ar/concordia/info/forestales/contenido/pdf/2007/312.II.GARCIA.pdf>

“La misión del vivero es producir, eficientemente y en las cantidades y fechas adecuadas, plantas capaces de sobrevivir y crecer en el campo”.

El hecho de plantar una planta de calidad hace que ésta sobreviva mejor y se establezca lo suficientemente rápido como para mostrar un buen crecimiento en altura durante el mismo año de la plantación y, por tanto, será más capaz de desarrollar todo su potencial genético.

La calidad de planta comprende los caracteres fisiológicos y estructurales que pueden estar cuantitativamente ligados al éxito de la repoblación.

Tradicionalmente, los técnicos encargados en las repoblaciones se han preguntado en qué características de las plantas aumentan la supervivencia y crecimiento tras la plantación; se han dado cuenta (en los 10 últimos años) que el diámetro de tallo y la altura de planta no son los únicos factores que afectan el desarrollo de las plantas en el campo y que será la interacción de numerosos factores que, actuando juntos, producen la respuesta deseada en el campo.

Por tanto, para considerar la calidad de la planta, nos centraremos en dos aspectos importantes; supervivencia y crecimiento, siempre referidos a un lugar de plantación determinado. Por ello, es conveniente considerar tanto los test de laboratorio de la planta empleada como el proceso de plantación y el seguimiento en campo.

El potencial de supervivencia y producción de una plantación forestal sólo se conseguirá plenamente si las plantas se establecen rápidamente y se inicia el crecimiento normal de éstas. La iniciación rápida del crecimiento es importante para reducir el estrés que sufren tras el trasplante y contrarrestar la competencia ejercida por la vegetación natural circundante. La variabilidad entre plantas que se produce en este proceso de iniciación rápida del crecimiento del tallo o de la raíz se debe, en parte, a factores hereditarios, pero también refleja la influencia que ejercen las condiciones edáficas y climáticas del lugar de plantación, así como el tratamiento del cultivo dado en el vivero.

Tradicionalmente, se habían venido utilizando las características morfológicas como criterios de selección de plantas. Tendremos en cuenta que, aunque el aspecto morfológico es importante, sobre todo en el manejo de la planta desde que se extrae del vivero hasta que se planta, éste no es el objetivo crucial buscado en los lotes de las plantas destinadas a repoblación, sino cómo evolucionan éstas una vez colocadas en el campo. Las características morfológicas se determinan rápida y fácilmente; algunas de ellas no varían desde su salida del vivero hasta algún tiempo después de su plantación. Mientras que las variaciones en las características fisiológicas resultan, a veces, de gran importancia durante los procesos de manejo de la planta y son las que mejor predicen la respuesta de las plantas a los factores ambientales adversos que van ser sometidas. No obstante, su interpretación resulta siempre más compleja debido a la gran variabilidad encontrada en los datos obtenidos. Por tanto, la consideración de los caracteres fisiológicos no debe tomarse como algo aislado, ya que será su interacción con el ambiente y con la condición morfológica la que determinará el éxito o el fracaso de la plantación. Además, no existe hasta el momento una metodología efectiva por sí sola que determine el vigor de las plantas utilizadas. En consecuencia, consideramos de gran interés tener en cuenta tanto los caracteres morfológicos como los fisiológicos.

De todos los atributos e indicadores de la calidad de las plantas, hay unos que, previa observación y estudio, ofrecen resultados más satisfactorios que otros, estos son:

- Altura correlacionada con la superficie foliar, la fotosíntesis y la transpiración.
- Diámetro correlacionado con el volumen de raíces y la sección transversal del xilema, lo que proporciona mayor vigor.
- Tamaño del sistema radical, influyendo en la captación del agua, principalmente en el potencial de regeneración de las raíces.
- Resistencia al frío, correlacionado con el estado de dormición y, por tanto, la resistencia al manejo de la planta.
- Índice mitótico correlacionado con la dormición.
- Días para la apertura de la yema, ligada a los requerimientos de horas de frío para la activación del crecimiento en primavera.

- Estrés hídrico de la planta, relacionado con el estado sanitario de ésta y la capacidad del sistema fotosintético.

Antes de comenzar con la estimación de todos estos atributos, debemos considerar como pieza clave el origen de la semilla. Teniendo en cuenta la larga longevidad que, salvo imprevistos, alcanzan las especies forestales, está claro que su genotipo (procedencia de las semillas) debe ser cuidadosamente contemplado. Para cada zona y especie elegida, conviene escoger las semillas de una región de procedencia cercana o de características similares a aquélla.

Para evaluar la calidad de la planta, podemos considerar dos tipos de atributos: los de estado (que se miden directamente y pueden ser de tipo morfológico y fisiológico) y los de evolución o reacción de la planta, cuando es sometida a ciertas condiciones específicas.

Atributos de estado

- * Dormición de las yemas
- * Estado hídrico
- * Nutrientes minerales
- * Morfología

Calidad de plantas

- Supervivencia
- Crecimiento

Atributos de reacción

- * Vigor (estrés)
- * Crecimiento de raíces
- * Resistencia al frío
- * Resistencia a altas temperaturas.

Según Birchler y Rose (1998)³, se puede evaluar los siguientes índices morfológicos:

- **Relación parte aérea/parte radical**, es el balance entre la parte transpirante y la parte absorbente y se calcula habitualmente a partir de la relación de los pesos secos de cada una de las partes. Gil y Pardos (1997) proponen un valor de la relación menor de 2 para *Pinus halepensis*. Este parámetro puede ser de

³ BIRCHLER T., R. ROSE, W. ROYO, A. y PARDOS, M. (1998). *La Planta Ideal: revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica*. Investigación Agrícola: Sistemas Recursos Forestales. Vol. 7.

gran importancia cuando en la plantación tiene lugar en estaciones difíciles, donde el factor más influyente sobre la supervivencia del primer año es una larga y cálida estación seca.

- **Cociente de esbeltez**, es la relación entre la altura de la planta (en cm) y su diámetro (en mm), siendo un indicador de la densidad de cultivo. Es un parámetro importante en las plantas en contenedor, donde se pueden desarrollar plantas ahiladas (Thompson, 1985). En *Pinus halepensis* este cociente se encuentra entre 1,5 y 2,2 y en *Quercus ilex*, entre 0,7 y 1,0 (Domínguez y otros, 1997).
- **Índice de calidad de Dickson**, este índice integra a los dos anteriores y se calcula mediante la relación entre el peso seco total de la planta (g) y la suma de la esbeltez y la relación parte aérea/parte radical. Este índice se ha empleado con éxito para predecir el comportamiento en campo de varias especies de coníferas (Dickson y otros, 1960; Ritchie, 1984). Se define como sigue:

$$SCD = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\text{Altura (cm)} + \frac{\text{Peso seco tallo (g)}}{\text{Diámetro (mm)} + \text{Peso seco raiz (g)}}$$

Todos los parámetros estudiados definen un componente importante, aunque limitado, de la gran cantidad de factores que determinarán el comportamiento de las plantas en el campo. Por eso, ninguno de ellos, por separado, predice con seguridad la supervivencia y el crecimiento en los ecosistemas forestales tan diversos que no podemos encontrar. Establecer los criterios de control de calidad es algo que no es fácilmente cuantificado en el tiempo, ni para factores morfológicos ni fisiológicos. No hay un solo factor que nos proporcione una predicción fiable de su comportamiento posterior en campo, ni garantice el éxito de la repoblación.

García (2007), en síntesis, de acuerdo con los parámetros morfológicos, plantea que un plantón de buena calidad debe tener un diámetro de cuello grande bajo

valor de esbeltez (cociente altura/diámetro de cuello), un sistema radicular fibroso y un valor alto del cociente biomasa de aérea/ biomasa raíz (Guifan, 1997). Ya que ninguna de estas características podría, por sí sola, describir la calidad de un plantón.

Dickson y otros (1960) desarrollaron un índice de calidad (ICD) que permite evaluar mejor las diferencias morfológicas entre plantas de una muestra y predecir el comportamiento en campo. Este índice es el mejor parámetro morfológico para indicar la calidad de los plantines, ya que expresa el equilibrio de la distribución de la masa y la robustez, evitando seleccionar plantas desproporcionadas y descartar plantines de menor altura, pero con mayor vigor (Fonseca y otros, 2002). En una muestra de plantones de Eucalipto, en trabajos en viveros, se encontraron valores de ICD que presentaron una variación de 0.02 a 0.19. De acuerdo con los estudios realizados por Hunt (1990) en abeto y pino, un ICD inferior a 0.15 podría significar problemas en el establecimiento a campo; este autor recomienda para esas especies un valor de ICD de 0.2 como mínimo, para contenedores de hasta 60 ml, basado en resultados de plantaciones.

Según FONDEBOSQUE (2007)⁴, en una plantación, la producción se incrementa considerablemente utilizando plantones de buena calidad; las plantas de mala calidad nunca deben salir del vivero.

La altura ideal de los plantones 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.

Diferentes trabajos indican que las mejores plantaciones son aquellas en las que se usaron plantones con la altura promedio indicada y un diámetro de cuello de 2 a 7 mm.

⁴ FONDEBOSQUE, (2007). *Instalación y Manejo de Plantaciones Forestales de Alta Productividad en la Selva Central del Perú*. Lima Perú.

Por lo tanto, un plantón ideal, además, debe tener:

- Tallo recto, vigoroso y leñoso.
- Buen sistema radicular, con muchas raíces secundarias.
- La raíz principal debe ser recta (ni torcida ni doblada).
- Libre de enfermedades.
- *El color de las hojas, generalmente deben ser verde oscuro.*
- Presentar, preferentemente, una relación tallo/raíz de 2 – 2.5:1.

1.5. IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO

1.5.1. CEDRO

Según Herrera (2004)⁵, el Cedro presenta las siguientes características:

Distribución Es nativo de América, donde se extiende desde México hasta Argentina. Se encuentra también en las Antillas.

Etimología *Cedrela*, diminutivo de *Cedrus*, por el parecido del olor de su madera. *Odorata*, del latín *odoratus-a-um*, muy fragante por su madera.

Taxonomía

Según Herrera (2004), se clasifica de la siguiente manera:

Reino	: Vegetal caducifolio	
Familia	: Meliaceae	
Género	: <i>Cedrela</i>	
Especies comunes	: <i>Cedrela odorata</i>	Cedro rojo
	<i>Cedrela mexicana</i>	Cedro amargo

⁵ HERRERA, A. (2004). *Cedro*. Revista Forestal Centroamericana. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

<i>Cedrela tonduzii</i>	Cedro Atlantico
<i>Carapa nicaraguensis</i>	Cedro bateo
<i>Cedrela tonduzii</i>	Cedro dulce
<i>Carapa guianensis</i>	Cedro macho

Descripción

Según [HTTP://WWW.CONABIO.GOB.MX/CONOCIMIENTO/INFO_ESPECIES/ARBOLES/DOCTOS/36-MELIA2M.PDF](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/36-melia2m.pdf), el cedro se describe de la siguiente manera:

Forma: Árbol caducifolio de 20 a 35 m (hasta 45 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 1.7 m . Se han encontrado individuos de más 60 m de altura.

Copa / Hojas: Copa grande, redondeada, robusta y extendida o copa achatada. Hojas alternas, paripinnadas o imparipinnadas de 15 a 50 cm., incluyendo el pecíolo, compuestas por 10 a 22 folíolos opuestos o alternos, de 4.5 a 14 cm de largo por 2 a 4.5 cm de ancho, lanceolados u oblongos.

Tronco / Ramas: Tronco recto, robusto, formando a veces pequeños contrafuertes poco prominentes (1 m de alto). Ramas ascendentes o arqueadas y gruesas.

Corteza Externa: Ampliamente fisurada con las costillas escamosas, pardo grisácea a moreno rojiza. *Interna* rosada, cambiando a pardo amarillenta, fibrosa y amarga. Grosor total: 20 mm.

Flor(es): En panículas terminales largas y sueltas, de 15 a 30 cm. de largo; muchas flores angostas aparentemente tubulares, pero con 5 pétalos, suavemente perfumadas, actinomorfas; cáliz en forma de copa, corola crema verdosa.

Fruto(s): En infrutescencias hasta de 30 cm. de largo, péndulas. Cápsulas leñosas dehiscentes (parecidas a nueces), de 2.5 a 5 cm de largo, 4 a 5

valvadas, elipsoides a oblongas, pardo verdosas a morenas, con un fuerte olor a ajo y produciendo un exudado blanquecino y acuoso cuando están inmaduras. El Fruto contiene alrededor de 20 a 40 semillas y permanece adherido al árbol por algún tiempo.

Semilla: Presenta semillas ortodoxas aladas de 2 a 3 cm de largo, incluyendo el ala, morenas, adheridas al eje. La semilla se conserva bien por lo menos 9 meses a una temperatura de 2 a 3 °C, esté o no herméticamente envasada y no presenta latencia. La dispersión es anemócora y presenta una germinación hipogea que se inicia a los 10 ó 12 días y se completa a los 25 ó 30 días. Las semillas germinan dentro de un rango de temperaturas de 26 a 31 °C y no requieren tratamiento pre germinativo. El número de semillas por kilogramo es de 30,000 a 50,000, con un peso por semilla de 0.0200 g y el porcentaje de germinación es de 50 a 85 % (93 %).

Sexualidad: Monoica

Ecología: Especie pionera muy abundante en la vegetación secundaria de diversas selvas. Frecuente en el estrato superior de las selvas y en lugares de pastoreo (potreros), cafetales y cacaotales. Presente en las zonas ecológicas del trópico húmedo y trópico subhúmedo. Prospera en suelos de origen volcánico o calizo, siempre que tengan buen drenaje y que sean porosos en toda su profundidad. Parece preferir tierras calcáreas. Clima húmedo, rango de precipitación entre 2,500 y 4,000 mm anuales; cultivada aún con 5,000 mm de lluvia. La temperatura media es de 25 °C, pero tolera una máxima de 35 °C. En zonas con precipitaciones notablemente menores a 2,500 mm no desarrollan tan bien y presenta fustes cortos y frecuentemente torcidos. Desarrolla bien en litosoles y rendzinas (FAO). Suelos: calcáreo, arcilloso, profundo, arenoso, negro-pedregoso, negro-arenoso, rojo-arcilloso, café calizo.

Según Guevarra (1998), se le encuentra en el bosque húmedo tropical, bosque seco tropical y bosque muy húmedo tropical; Rosero (1986) agrega que es una especie adaptada a una gran variedad de climas y condiciones.

Crecimiento Especie de rápido crecimiento. Las temperaturas de 30 °C son favorables para el alargamiento de la raíz y del hipocótilo, las plántulas tienen las mismas exigencias que las semillas. En 15 años, puede llegar a alcanzar 20 m y 50 cm de diámetro (Colombia).

Propagación

- **Reproducción asexual**

1. Cortes de tallo.
2. Brotes o retoños (tocón). En Japón se ha experimentado la alginato-encapsulación de brotes o retoños para la producción artificial de semillas.
3. Injerto de yema.

- **Reproducción sexual**

1. Semilla (plántulas), producción de plantones en el vivero.
2. Siembra directa.
3. Regeneración natural

PRODUCCIÓN DE PLANTONES EN VIVERO

Según INIFAP (2008)⁶, los plantones de Cedro se pueden producir en vivero de la siguiente manera:

Almácigo o Semillero: El Cedro se reproduce fácilmente por semilla, la germinación ocurre de 10 a 12 días. La formación de plántula se completa de 15 a 18 días si la semilla está fresca y madura fisiológicamente. La germinación debe realizarse en camas germinadoras de tierra estéril. Para una germinación más uniforme, se sumerge la semilla en agua a temperatura ambiente por 24 horas antes de la siembra. Bajo condiciones ambientales, la capacidad germinativa de las semillas disminuye rápidamente después de un mes.

⁶ INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS (INIFAP) (2008). *El Cedro, establecimiento y manejo en la Huasteca Potosina*. Mencionado en la página web <http://www.oidruss-slp.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=108>.

Preparación del sustrato: Puede usarse una mezcla de suelo, arena y materia orgánica descompuesta en proporción 3-1-1. También, puede emplearse suelo fértil y tezontle en proporción 4:1 y puede adicionarse a la mezcla de suelo-tezontle un fertilizante químico como la fórmula 10-30-10 (N-P-K) u otra similar a razón de 25 kilogramos para 1 000 bolsas. Si el pH es extremadamente ácido, agréguese a la mezcla 15 Kg de cal dolomítica.

Trasplante: Este se realiza a partir de la aparición de las hojas verdaderas y las plántulas que han alcanzado de 5 a 8 cm de altura. Las bolsas más comunes son las de polietileno negro, de 18 x 30 cm, rellenas de tierra de vega, previamente desinfectada con fungicida (1 libra de bromuro de metilo, equivalente a 455 g l.A. por cada m³ de tierra) y enriquecida con estiércol o fertilizante. Después del trasplante, es necesario colocar sombra durante 10 días y retirarla después para exponer las plantas a las condiciones de soleado. Después del trasplante, se aplica riego abundantemente y dependiendo de las condiciones del sitio. En los viveros, las plantas se dejan crecer por un período aproximado de 3 meses, alcanzando una altura de 25 a 35 cm .

ESTABLECIMIENTO

Sistema de Plantación: Según MADERAS SUDAMERICA (2008)⁷, la plantación de esta especie no debe establecerse en plantaciones puras, sino en combinación con otras especies de crecimiento más rápido (*Leucaena leucocephala*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Tectona grandis*, *Samanea saman*) para reducir el ataque del barrenador de los brotes (*Hypsipyla grandella*) y dar sombra a las plantillas jóvenes, ya que la necesitan en la primera etapa de su crecimiento. Se debe evitar la combinación con Eucalipto, especie de crecimiento rápido, para no propiciar que las plantillas queden oprimidas. El Cedro es sumamente apetecible para el barrenador de yemas, por lo cual, es

⁷ MADERAS SUDAMERICA 2008. *Cedrela Odorata*. Ubicado en la página web <http://maderasulamerica.galeon.com/productos1515284.html>

recomendable plantar en mezcla con otras especies, unas 10 a 15 plantas por hectárea (CATIE, 1997).

Preparación del sitio: La preparación incluye la eliminación de las malezas, trazo y apertura de hoyos para siembra a cepas, las cuales, según textura y fertilidad del suelo, pueden ser de 30 x 30 x 30 cm . La disposición geométrica depende de la pendiente del terreno y la distancia de la posibilidad de asocio inicial con otros cultivos y el tipo de producto que se desea obtener, así como la intensidad de programas de fertilización, podas y raleos.

Fertilización: En el cultivo de Cedro, la fertilización ha permitido obtener altas tasas de sobrevivencia, crecimiento rápido en altura, mayor crecimiento diamétrico y, por lo tanto, biomasa y volumen aprovechable de madera. Se ha tenido respuesta a la aplicación del fertilizante al momento de la siembra, empleando fórmulas N-P-K como la 10-30-10 o 12-24-12, en dosis iniciales de 50 gramos. El efecto positivo de la fertilización en el crecimiento se presenta a los pocos meses de la aplicación y va disminuyendo con el tiempo.

Espaciamiento: El tipo de producto que desea obtenerse, así como la fertilidad, clase de suelo y la intensidad del manejo, definen el espaciamiento o marco de siembra a utilizar. Así, tenemos producto principal: madera en siembra pura. Espaciamiento inicial: 3 x 3 metros. Necesidad de raleo (edad en años): 12 y 18 años. Turno: 24 años

En asocio agroforestal, espaciamiento inicial: 4 x 4 metros. Necesidad de raleo (edad en años): 12 y 18 años. Turno: 24 años

Trazo de siembra: Quinconce, siembra en curvas de nivel triangular y cuadrangular.

MANEJO DE LA PLANTACION

Según INIFAP (2008), se debe tener las siguientes consideraciones en el manejo de la plantación.

Reposición de fallas: Antes del inicio del período de lluvias del año siguiente a la plantación, es conveniente cuantificar el número de plantas fallidas y efectuar la reposición de las mismas.

Podas: Es una práctica que debe efectuarse periódicamente desde el establecimiento y hasta los dos o tres años de edad con el objetivo de formar un fuste recto y sin ramificaciones. Durante el período juvenil, el Cedro, normalmente, emite brotes laterales, chupones y ramificaciones debido al crecimiento natural; pero, gran parte de ellos son debidos al daño causado por el barrenador de los renuevos en el brote de su dominancia apical, que obliga a la planta a emitir nuevas yemas para sobrevivir. Por lo tanto, la poda debe efectuarse las veces que sean necesarias para eliminar los brotes emitidos, pero dejando el brote más vigoroso, que será el futuro fuste productor de madera. Esta labor se realiza con tijeras podadoras, machete o navaja.

Control de plagas

- **Barrenador de yemas (*Hypsipylla grandella* Seiler):** Es la plaga más importante del Cedro que se presenta en los tres primeros años de establecimiento y hasta que alcanza los 3m de altura. El insecto es una polilla del orden Lepidóptero, Familia Pyralidae, cuyas larvas barrenan, devoran y destruyen el tejido interno de las yemas y renuevos apicales de la planta formando túneles y ocasionando la muerte.
- ✓ **Daños:** El insecto causa el mayor daño en su estado larval cuando se alimenta en el interior de los renuevos tiernos y suaves. El ataque más severo ocurre durante la temporada de lluvias, cuando la humedad promueve la brotación y elongación de la yema terminal, la cual es suave y tierna. El daño se reconoce fácilmente, ya que se forman montículos de aserrín y de excremento en los sitios de entrada o túnel. Las ramas afectadas se atrofian y obliga a la planta a desarrollar una nueva yema apical para sobrevivir. Debido a este ataque, y otros posteriores, no se desarrolla un fuste recto, se incrementa el número de podas, el

crecimiento se retrasa, se disminuye la calidad futura de la madera y su valor comercial.

✓ **Control:** Existen varias formas que ayudan a reducir las poblaciones y daños de la plaga:

- Evitar establecer plantaciones puras. Su cultivo debe asociarse con especies de crecimiento rápido, para que sirvan de barrera contra el insecto.
- El pie del árbol puede rodearse con mulch y aplicar encalado al tallo con el fin de proteger el fuste y evitar la oviposición del adulto, cuyo vuelo es menor a 2.5 m de altura.
- Efectuar aplicaciones mensuales del hongo *Bauveria bassiana* o de la bacteria *Bacillus thuringiensis* que producen un control biológico eficiente; cada bioinsecticida se elabora mezclando 8 g del producto en 20 litros de agua.

En altas poblaciones y daño, el control químico es casi obligado; bajo esa situación, utilice productos sistémicos como el Carbosulfan, del cual se aplican 2 ml por litro de agua. Los productos se aplican con bomba de mochila, directamente a los brotes, follaje y fuste de cada árbol (Figura 6). Las aplicaciones preventivas pueden efectuarse cada 30 días. Si el daño es severo, se harán con intervalos de 10 días, concretando tres aplicaciones con diferentes productos para no causar resistencia del insecto ante un solo producto.

Control de maleza: Durante los tres primeros años de establecida la plantación, debe realizarse al menos dos o tres controles de maleza al año para evitar la competencia por luz solar y nutrientes. Para ello, es necesario realizar "rodeteos" a la base de la planta y limpiar entre calles. Éstas pueden ser en forma manual, con machetes o con aplicación de herbicidas.

USOS

Según Cintrón (1990)⁸, la madera del Cedro tiene todavía una alta demanda en cualquier parte, y se encuentra disponible en los trópicos americanos. Su madera es suave y liviana, fácil de trabajar, con un peso específico de 0.36 (Creemers y Lemckert, 1981).

En condición seca, la albura es de color gris-anaranjado y el duramen anaranjado-rojizo-claro, con olor característico debido a la presencia de aceites y resinas. Su fina madera es una de las más utilizadas en la actualidad, sobre todo en la fabricación de muebles, gabinetes, ebanistería, instrumentos musicales y construcción en general. Es muy utilizada en la fabricación de guitarras; también, con éxito, en Trinidad como sombra en cafetales y en las plantaciones de cacao.

1.5.2. BOLAINA BLANCA

De acuerdo a Tandazo (2008)⁹, la Bolaina blanca tiene las siguientes características:

TAXONOMÍA

Reino	: Plantae o Vegetal
División	: Angiospermae
Clase	: Dicotyledoneae
Orden	: Malvales
Familia	: Sterculiaceae
Género	: Guazuma
Especie	: Crinita

⁸ CINTRÓN, B. B. (1990). *Cedrela odorata* L. *Cedro, spanish-cedar*. Mencionado en <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Cedrelaodorata.pdf>.

⁹ TANDAZO (2008). *Monografías*. Mencionado en la página web <http://www.MONOGRAFIAS.COM/trabajos62/especies-forestales-selva-peruana/especies-forestales-selva-peruana3.shtml>

Nombre Común : Bolaina blanca.

Nombre Científico : *Guazuma crinita*.

DESCRIPCIÓN

Árbol: Alcanza 35 m de altura y 50 cm de diámetro; tronco circular, sin aletones o éstos extendidos y ramificados.

Copa: Plana o aparasolada sobre el tercio superior.

Corteza: La superficial del tronco es grisácea, negruzca, agrietada a fisurada. Corteza viva con muchas laminillas; es posible obtener de ella tiras largas; en árboles de cierto grosor, se observan dos capas: una externa fibroso-compacta y otra interna, fibrosa-laminar, ambas de color crema, oxidando a marrón oscuro. Después de unos segundos de ser expuestas al aire: exudan un mucílago incoloro, escaso y dulceíno

Hojas: Simples, alternas y dísticas, de 10-18 cm de longitud y 5-7 cm de ancho. El pecíolo de 1.5-2 cm de longitud, pulvinulado; las láminas ovadas, frecuentemente asimétricas, aserradas; la nerviación palmeada; los nervios secundarios prominulos en haz y envés; el ápice agudo y acuminado; la base cordada; las hojas cubiertas de pubescencia de pelos estrellados y escamosos (10 x), sobre todo por el envés.

Inflorescencias: Panículas axilares de unos 8-12 x 3-6 cm con muchas flores.

Flores: Pequeñas de 8-12 mm de longitud, hermafroditas, con cáliz y corola presentes; los pedicelos de 4-8 mm de longitud; el cáliz de 2-3 mm de longitud; la corola de 6-12 mm de longitud, de color rosado, con cinco pétalos, cada uno de ellos en forma de cuchara y con dos largos apéndices en el extremo; el androceo formado por cinco columnas estaminales que portan en su extremo numerosas anteras; el gineceo con ovario súpero, ovoide, pequeño.

Frutos: Cápsulas globosas de unos 4-8 mm de diámetro, con la superficie densamente cubierta de pelos largos, de unos 3-4 cm de longitud.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT

Hinostroza (1999) y Baldoce y otros (1991) indican a la Bolaina blanca como una especie heliófita, pionera, durable y de rápido crecimiento; la cual, por encontrarse en purmas y bosque secundarios, es indicadora de estos.

Baldoce y otros (1991) mencionan que esta especie se encuentra en bosques inundables y no inundables, en la ribera de los ríos y quebradas hasta altitudes de 1000 m.s.n.m., en la amazonia peruana y brasileña. Se encuentra en los departamentos de Amazonas, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco, San Martín y Ucayali. La especie existe en bajas cantidades en la Amazonía central y en cantidades medias en la Amazonía sur del Perú; también, manifiestan crece en las zonas ecológicas de bosque premontano tropical, bosque tropical seco y bosque subtropical muy húmedo.

Según Reynel (2003), se distribuye muy ampliamente en el neotrópico, desde Centroamérica a la región amazónica, hasta el Sur de Brasil y Bolivia, mayormente hasta los 1500 m.s.n.m. La especie abunda en la Amazonia peruana. Se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, pero también en zonas con una estación seca marcada. Es una especie heliófita, característica de la vegetación secundaria temprana, muy abundante en la cercanía a caminos y zonas con alteración antropogénica. Suele presentarse en suelos limosos a arenosos, muchas veces de escasa fertilidad, a veces pedregosos; no tolera el anegamiento, sobre todo cuando es una plántula.

Según Baldoce y otros (1991), la especie se encuentra distribuida tanto en suelos arcillosos y mal drenados, con características generales de gleysol; como en suelos con buen drenaje y aparentes para la agricultura, con características de cambisol. Estos mismos autores sugieren que dentro de su rango ecológico, la especie soporta precipitaciones de 1800 a 2500 mm y temperaturas de aproximadamente 25°C.

FENOLOGÍA, POLINIZACIÓN Y DISPERSIÓN

Según Reynel (2003)¹⁰, hay registros de floración durante la estación seca, entre julio-setiembre; y en fructificación, a fines de ella, entre octubre-diciembre. Sobre polinización, pese a que se observan varios insectos pequeños acercándose a las flores, no hay reportes confirmados de cuáles serían los legítimos polinizadores (Janzen, 1982). Se sugiere que la polinización en las Sterculiaceae es efectuada por moscas pequeñas (Prance, 1985).

La dispersión de los frutos en esta especie es efectuada por el viento.

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

Según Acevedo y Kikata (1994)¹¹, la madera en condiciones secas, al aire, presenta una densidad básica de 0.41 gr/cm³ y ninguna diferencia entre la albura y el duramen, siendo ambos de color blanco cremoso. Presenta anillos de crecimiento, diferenciados por bandas oscuras de forma regular, veteados con arcos superpuestos, ligeramente definidos y jaspeados, grano recto, textura y brillo medio y albura susceptible al ataque de hongos.

De acuerdo a Tandazo (2008), el tronco recién cortado presenta las capas externas de madera (albura) de color blanco, similar a las capas internas (duramen), observándose entre ambas capas un leve y gradual contraste de color. En la madera seca al aire, la albura se torna de color blanco y el duramen marrón muy pálido.

Olor : No distintivo.

Lustre o brillo : Moderado a elevado

Grano : Recto

Textura : Media

Veteado o figura : Satinado, brillante en la sección radial por contraste de los radios. Líneas verticales vasculares.

¹⁰ REYNEL, C. R. 2003. *Arboles Útiles de la Amazonia Peruana*. Mencionado en la página web http://www.ICRAF-peru-org/docs/14_arbolesamazon_peru.pdf

¹¹ ACEVEDO, M. y KIKATA, Y. 1994. *Atlas de Maderas del Perú*. Universidad Nacional Agraria La Molina y Universidad de Nagoya, Japón.

Madera: Liviana que presenta contracciones lineales medias y la contracción volumétrica estable. Para la resistencia mecánica, se sitúa en el límite de la categoría baja, con la categoría media.

USOS

Según Reynel (2003), la madera es de buena calidad, aunque blanda y liviana, de color blanco en la albura y marrón muy pálido en el duramen cuando seca, con grano recto y textura media (INIA-OIMT, 1996). Tiene buena durabilidad. Se le usa en carpintería, elaboración de utensilios pequeños como paletas de chupetes, mondadientes, palos de fósforos y artesanía; en años recientes, se le usa crecientemente en la industria de los tableros contrachapados.

La corteza interna fibrosa es empleada localmente como material de amarre.

De acuerdo a INTERCONT TRADING S.A .(2000), la madera es usada en construcción rural y urbana, cajonería, carpintería en general, laminado, fabricación de mondadientes, paletas de chupetes, bajas lenguas, palos de fósforos, juguetería; es apta, en pulpa, para papel.

PROPAGACIÓN POR SEMILLA (SEXUAL)

Es exitosa en esta especie. Poder germinativo 80-90% con semillas frescas. Las semillas pueden sembrarse al voleo en camas de almácigo con sustrato arenoso y se les cubre con una capa de 1-2 cm de arena. Cuando las plántulas alcanzan 10-15 cm de altura, se les trasplanta a bolsas plásticas.

PLANTACIÓN, CRECIMIENTO Y CUIDADOS

De acuerdo a Reynel (2003), la supervivencia de esta especie en plantación suele ser alta. En el valle de Chanchamayo (11°05 S, 74°45 W, 900 m.s.n.m.; 2010 mm precipitación total anual), ha observado plantaciones que alcanzan 25-30 cm de diámetro y 12-15 m de altura en 5 años.

Un estudio efectuado para esta especie, con semillas de diferentes procedencias, en la Amazonía peruana reporta crecimientos en altura de 2.0-2.3 m a los 6 meses y 4.9-5.7 m al año de edad (Sotelo y otros, 1999).

Villachica y otros (1993) encontraron, para sistemas agroforestales establecidos en suelos ácidos y degradados del valle de Chanchamayo y para los 5 primeros años de plantación, tasas de crecimiento de 4 cm/año para el diámetro a la altura de pecho (DAP) y 2.94 m/año para la altura total. Por su parte, Baldoce y otros (1991) afirman haber obtenido, para plantaciones en fajas de 30 m, situadas en suelos gleysoles, en la estación experimental Alexander Von Humboldt, un incremento promedio de 3.26 cm para el diámetro y uno de 4.06 m de altura.

1.5.3. CAOBA

Seforven (1991)¹² señala que la caoba es una especie duradera, fuerte, fácil de trabajar y de una belleza extraordinaria, la madera de caoba está entre las más codiciadas del mundo. Por sus características únicas, sigue siendo una de las más comercializadas nacional e internacionalmente. Es una fuente importante de divisas para productores como Bolivia, Perú y Brasil y uno de los recursos naturales renovables más importantes de América Latina. En el Perú, crece en las cabeceras de los ríos Urubamba, Ucayali, Marañón

TAXONOMÍA

Reino	: Plantae
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Sapindales
Familia	: Meliaceae
Género	: <i>Swietenia</i>
Especie	: <i>Swietenia macrophylla</i> G. King, <i>S. humilis</i> Zucc y <i>S. mahagoni</i> Jacquin

¹² SEFORVEN. 1991. *Caoba. Auto ecología de la especie*. Ministerio del Ambiente de los Recursos Naturales Renovables. Venezuela.

Nombres comunes

Caoba, mara, mogno, big leaf mahogany, brazilian mahogany, honduras mahogany, acajou mahogani grands feuilles.

FENOLOGÍA

Follaje: Perennifolio / Caducifolio. Los árboles son caducifolios en las zonas más secas de su área de distribución.

Floración: Florece en julio y agosto.

Fructificación: Los frutos maduran de noviembre a enero. Las semillas se pueden obtener desde finales de enero hasta principios de marzo.

Polinización: No disponible, las más pesadas son de mejor calidad biológica.

Viabilidad / Latencia / Longevidad: No presenta latencia. Período de viabilidad: 120 días *Swietenia macrophylla* puede llegar a ser un árbol gigantesco hasta 60 m. de altura y 3 m. de diámetro. Frecuentemente los individuos dentro de un bosque natural presentan de 15 a 20 m. de fuste limpio.

Copa: Es variable dependiendo de las condiciones de luz y competencia; en el bosque puede ser relativamente angosta mientras en lugares abiertos puede ser ancha, redondeada y globosa.

Hojas: Son compuestas agrupadas en la parte terminal, con 3 a 5 pares de folíolos, alternas, asimétricas, ramitas con lenticelas.

Flor: Es una inflorescencia en panículas axilares o subterminales, flor pequeña y hermafrodita verde y amarillenta.

Fruto: Es una cápsula septícida de 5 valvas con lentécelas y 5 valvas internas sin lentécelas. Presencia de axis donde se ubican las semillas.

ECOLOGÍA

Ecológicamente, la caoba se localiza principalmente en el piso basal, en la zona de vida bosque seco tropical, bosque húmedo tropical, bosque seco subtropical y bosque húmedo subtropical; también se localiza en el bosque húmedo premontano tropical.

Respecto al clima, se desarrolla en la región climática húmeda y superhúmeda, con 1000 a 2500 mm de precipitación anual; la temperatura media es de 23 a 28° C con extremos de 12 a 37° C y no tolera temporadas muy largas de sequía. En cuanto al rango altitudinal, llega hasta los 1 400 m.s.n.m.; sin embargo, en el Perú, no sobrepasa los 600 m.s.n.m.

Crece asociado a un gran número de especies como el Lagarto Caspi, Catahua Amarilla, Ishpingo y Cedro. En cuanto a suelos, podemos señalar que prefiere los húmedos, ricos drenados a lo largo de los cursos de agua, evita las aguas estancadas; en el Amazonas, sigue en concordancia con los depósitos terciarios y especialmente con los de origen volcánico, de suelos francos.

SILVICULTURA

En cuanto a crecimiento, se recomienda rotaciones de 35 a 40 años. El primer año alcanza 1,80 m de altura y un DAP de 1.5 a 2.0 cm.

Es una especie heliófita, regenera aun en campos abandonados incluso bajo sombra, que deberá ser raleado; requiere de humedad en la época de maduración de semilla. En Perú, florece entre setiembre y octubre. El fruto contiene aproximadamente 40 semillas; se cosecha entre diciembre y febrero. Se seca al sol y se limpia a mano. Se siembra en hileras de 15 cm de distancia para una densidad de 60-80 por metro cuadrado, se cubre con una capa de 1 a 1.5 cm de tierra tamizada. Su tiempo de germinación es de 19 a 20 días y se repica un mes más tarde con 7 u 8 cm de altura. Debe mantenerse húmedo y protegido contra el sol en los primeros dos o tres meses; se transplanta a los tres meses y se planta definitivamente de 8 a 24 meses después, cuando alcanza una altura de 1.5 m .

USOS

La madera de caoba es de excelente calidad, considerada la mejor de la Amazonía.

Presenta densidad media, grano recto y textura media; la madera va de color rosado a rojo. Tiene una alta durabilidad y trabajabilidad, apreciada para trabajos en carpintería y ebanistería fina.

1.5.4. EUCALIPTO ROSADO

De acuerdo a Meskimen y Francis (1990)¹³, el Eucalipto rosado es uno de los Eucaliptos de mayor importancia comercial, con más de medio millón de hectáreas plantadas en las áreas tropicales y subtropicales de cuatro continentes. Se han llevado a cabo unos programas masivos de plantación en la República de Sudáfrica y en Brasil. También, existen plantaciones de buen tamaño en Angola, Argentina, la India, Uruguay, Congo, Zambia y Zimbabwe. En el suroeste de la Florida, el Eucalipto rosado podría emerger como una especie comercial en las plantaciones. Se le ha sometido a pruebas exitosas para pulpa y combustible y su madera posee un buen potencial para ser usada para postes, paletas, chapa decorativa y otros productos. En California, Hawaii y Puerto Rico, el Eucalipto rosado ha sido incluido en algunas pruebas de especies y la decoración del paisaje.

TAXONOMÍA

Reino	:	Plantae o Vegetal
División	:	Angiospermae
Clase	:	Dicotyledoneae
Género	:	Eucaliptus
Especie	:	Grandis

¹³ MESKIMEN, G. y FRANCIS J. K. (1990). *Eucalyptus grandis Hill ex Maiden*. Mencionado en <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Eucalyptusgrandis.pdf>

Nombre común : Eucalipto tropical, Eucalipto rosado.

Nombre científico : *Eucalyptus grandis*.

DESCRIPCIÓN

Árbol: El Eucalipto rosado es una de las principales especies forestales en los estados australianos de Queensland y New South Wales, donde alcanza una altura de 43 a 55 m y un diámetro de 122 a 183 cm (16). Su forma es excelente, con unos fustes claros, rectos y altos de hasta dos tercios de la altura total.

Corteza: La corteza es delgada y caduca, desprendiéndose en fajas para revelar una superficie lisa marcada con unos patrones ondulantes blanco plateado, gris pizarras, terracota o verdes claros. En ocasiones, persiste un forro cortical gris claro, en forma de planchas o con fisuras, sobre los primeros 1 a 2 m de la base del tronco. La parte superficial del tronco es grisácea, negruzca, agrietada a fisurada.

Flores y frutos: El Eucalipto rosado, como todos los eucaliptos, presenta unas flores perfectas. Las yemas se forman en umbelas axilares con siete yemas por agrupación por lo usual. Cada flor consiste de un estilo central rodeado de estambres, con una altura de aproximadamente 8 mm y formando una inflorescencia de aproximadamente 20 mm de diámetro. Las agrupaciones de flores de color blanco cremoso son atractivas y conspicuas, pero no de una calidad horticultural. Entre 2 y 3 semanas después de la florescencia, los estambres y el estilo se marchitan y desprenden, dejando una cápsula de semillas en forma de urna y leñosa, cerrada por entre cuatro y seis válvulas coberturas. Las cápsulas son de aproximadamente 8 mm de largo por 6 mm de diámetro. La mayoría de las umbelas completan el desarrollo de cinco a siete cápsulas hasta la madurez.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT

El área central de la distribución natural del Eucalipto rosado crece en la margas aluviales o volcánicas en valles y planicies, a una distancia máxima de la costa

CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

Meskimen y Francis (1990) dicen que la albura del Eucalipto rosado es de un color rosado pálido y el duramen es de rojo claro a oscuro. La madera tiene una fibra recta, una textura tosca y es moderadamente fuerte. Es, al máximo, moderadamente durable; pero la albura es, por lo general, resistente a los barrenadores del género *Lyctus*. El peso específico varía entre 0.62 y 0.80.

USOS

Según Meskimen y Francis (1990), La madera del Eucalipto rosado se usa para la construcción general, ensambladuras, tríplex, entrepaños, la construcción de botes, pisos, postes para el alambrado, puntales en minas y postes de cercas (6, 7). En 1972, la madera del Eucalipto rosado cosechada en una plantación investigativa de 8.5 ha se usó en una prueba a escala comercial en un molino de pulpa en la Florida. Una mezcla del 70 por ciento de Eucalipto rosado con un 30 por ciento de madera nativa dura de especies frondosas se usó para la manufactura de papel de seda facial de alta calidad, con unas excelentes propiedades de fortaleza y suavidad (43). Unas pruebas previas en el laboratorio mostraron que la madera de Eucalipto rosado descortezada rindió una pulpa de papel tipo "kraft" blanqueado de igual calidad a la rendida por las maderas de especies frondosas nativas. El brillo de la pulpa blanqueada fue igual o superior a la de los controles con maderas de especies frondosas nativas, a un costo de procesamiento equivalente o un tanto mayor (14). Sin embargo, las propiedades de fortaleza de las hojas de muestra fueron, por lo general, inferiores a la de las maderas de especies frondosas nativas usadas como controles.

PROPAGACIÓN POR SEMILLA (SEXUAL)

Meskimen y Francis (1990) manifiestan que la propagación por semilla es exitosa en esta especie. Las semillas pueden sembrarse al voleo en camas de almácigo, con sustrato arenoso, y se les cubre con una capa de 1 cm de arena. La

germinación del Eucalipto rosado es epigea y tiene lugar entre 7 y 14 días después de la siembra.

Las plántulas, usualmente, se cultivan hasta una altura de 20 a 30 cm, lo que toma entre 3 y 5 meses. Debido a la sensibilidad, desecación, las plántulas, por lo usual, se cultivan en contenedores. Los contenedores rígidos, con cavidades múltiples, de los cuales se pueden remover las plántulas con las raíces y el terrón intactos, son usados casi siempre en las operaciones a gran escala. Las plántulas se cultivan también en bolsas plásticas de vivero. En la ausencia de las heladas y las sequías, las plántulas se pueden plantar a través de todo el año. En muchas áreas, la producción de las plántulas y el plantado deberán ser cuidadosamente programadas.

PLANTACIÓN, CRECIMIENTO Y CUIDADOS

Meskimen y Francis (1990) dicen que el éxito en el establecimiento del Eucalipto rosado en las plantaciones depende de una doble aplicación de un rodillo cortador o disqueo en dos direcciones con el objeto de reducir significativamente la competencia vegetativa, seguida de la distribución al vuelo de 1.12 toneladas por hectárea de fosfato de roca pulverizada para superar una severa deficiencia natural de fósforo y, finalmente, de la provisión de una cama para elevar las plántulas arriba de las aguas estancadas durante la primera temporada lluviosa. Durante los primeros 2 años de plantado a máquina, la supervivencia promedió un 86 por ciento durante una temporada extremadamente lluviosa y un 75 por ciento durante un año seco. La supervivencia subsecuente al plantado a máquina, probablemente, promedia aproximadamente un 84 por ciento. El plantado a mano alcanza de manera rutinaria una supervivencia de por lo menos el 95 por ciento.

La reproducción vegetativa después de la cosecha, bajo condiciones favorables, es beneficioso, ya que se regeneran mediante los rebrotes a partir de los tocones.

Por lo común, se cosechan entre dos y tres rotaciones de rebrotes antes de que sea necesario el replantar con plántulas. Los vástagos de los rebrotes crecen inicialmente con mayor rapidez que las plántulas, pero esa ventaja se ve parcialmente eliminada por la mortalidad de los tocones; la cual es, por lo usual, de aproximadamente un 5 por ciento por rotación en Sudáfrica. En muchas áreas, los rebrotes se forman uniformemente bien sin importar la temporada durante la cual se efectúa la cosecha. La técnica del arraigado es particularmente ventajosa en la multiplicación de los individuos híbridos sobresalientes. Comenzando durante la mitad de la década de 1970, algunas plantaciones comerciales fueron propagadas mediante estacas arraigadas en Brasil, en donde el método se usa hoy en día para establecer plantaciones clonales de gran tamaño. La reproducción mediante las técnicas de cultivos histológicos han sido demostradas en otros experimentos. El crecimiento del Eucalipto rosado en rotaciones cortas es rápido. Un crecimiento en altura promedio de 2 m por año es común y se ha reportado una tasa de 4 m por año. Los rendimientos promedios son de alrededor de 27 m³ por ha y por año.

El Eucalipto rosado es intolerante a la sombra. Las plántulas sólo pueden desarrollarse bajo sol pleno o casi pleno; los árboles tienen que mantener una posición dominante o codominante en el dosel para su supervivencia a largo plazo. Los árboles suprimidos mueren rápidamente y los árboles intermedios deberán crecer hasta alcanzar una posición en el estrato superior para evitar una eventual pérdida de vigor y luego su muerte.

A pesar de su sorprendente capacidad para el crecimiento, las plántulas de Eucalipto rosado recién plantada compiten de una manera pobre con las malas hierbas y no toleran ni la competencia radical ni las condiciones sombreadas. Sin embargo, la competencia inicial con la vegetación, a menudo, retrasa el crecimiento y probablemente contribuye a una gran variación entre los árboles en un rodal particular. El control de las malas hierbas posterior al plantado por medio de herbicidas y la cultivación es beneficioso. La mayor amenaza para la supervivencia del Eucalipto rosado es una caída en la humedad del suelo al momento del trasplante al campo. Se han sufrido unas pérdidas severas en el

vivero por causa de un cancro fungal que anilla los tallos causada por *Cylindrocladium scoparium*, pero el rocío alternando Chlorothalomil y Benomyl previene o controla. Las heladas severas dañan a los brinzales de Eucalipto rosado, incluso en la zona de plantación comercial, pero rebrotan y crecen de nuevo de manera vigorosa. Las heladas han causado varias veces la pérdida de una temporada de crecimiento, pero nunca de una plantación.

1.5.5. PINO CHUNCHO ROJO

Según Reynel (2003), la clasificación taxonómica es la siguiente:

TAXONOMÍA

Reino	:	Plantae o Vegetal
División	:	Angiospermae
Clase	:	Dicotyledoneae
Familia	:	Leguminosae
Género	:	Schizolobium
Especie	:	Parahyba (Vellozo) Blake var, <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby
Nombre común	:	Pino chuncho, Pashaco
Nombre científico	:	<i>Schizolobium parahyba</i>
Sinónimos botánicos:		<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke, <i>S. excelsum</i> var. <i>amazonicum</i> Ducke ex L. Williams

DESCRIPCIÓN

Árbol: De 30-70 cm de diámetro y 18-25 m de altura total, con el fuste cilíndrico; la ramificación en el tercer tercio, la base del fuste recta.

Corteza externa: Lisa a agrietada, color marrón rojizo a grisáceo, con ritidoma en placas rectangulares a cuadrangulares pequeñas, de 1.5-4 cm de ancho.

Corteza interna: Homogénea, color amarillo blanquecino, con olor a legumbre.

Ramitas terminales: Con sección circular, color marrón rojizo a marrón claro; cuando seca, de unos 5-10 mm de diámetro, glabras.

Copa y hojas: Copa redondeada y abierta, formada por un conjunto de hojas largas, semejando un helecho arborescente. Hojas compuestas bipinnadas, alternas y dispuestas en espiral; el peciolo de 6-12 cm de longitud; el raquis acanalado; las pinnas opuestas, 10-20 pares; los folíolos oblongos, de 1.5-3 cm de longitud y 0.4-0.7 cm de ancho, enteros; los nervios secundarios 12-14 pares; prominulos en ambas caras; el ápice de los folíolos rotundo y con un diminuto mucrón; la base rotunda; las hojas glabras o finamente pubescentes por el envés.

Inflorescencias: Panículas de 20-40 cm de longitud, multifloras, producidas en las ramitas defoliadas.

Flores: De mediano tamaño, hermafroditas, zigomorfas, con cáliz y corola presentes, el pedicelo de 4-10 mm de longitud, el cáliz de 4-5 mm de longitud, la corola amarilla de 2-2.5 cm de longitud, los estambres de 1-1.5 cm de longitud, el gineceo con un pistilo de ovario súpero y alargado, el estigma inconspicuo.

Frutos: Alargados y planos, oblanceolados, con el ápice rotundo, de 8-10 cm de longitud y 2.5-3.5 cm de ancho; la superficie lisa y glabra, color marrón rojizo o marrón oscuro; la semilla única y alada, de forma y tamaño similar al fruto, con el ala lateral.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT

Región Amazónica, mayormente debajo de los 1200 m.s.n.m. Se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, aunque también en ámbitos con una estación seca marcada; es una especie con tendencia heliófila y de crecimiento rápido, presente en bosques secundarios tempranos y tardíos; se le encuentra en claros en el bosque primario; prefiere suelos arenosos a limosos, de fertilidad media a alta, necesariamente bien drenados, con pedregosidad baja a media. Esta especie es muy sensible al anegamiento y no lo tolera, sobre todo cuando es una plántula, mencionado por Reynel (2003).

PLANTACIÓN, CRECIMIENTO Y CUIDADOS

Reynel (2003) menciona que la especie alcanza un diámetro promedio de 7-12 cm en 3 años, y alturas de 6-8 m en ese mismo periodo. Reportes de plantaciones en Brasil indican que la especie alcanza 4 m de altura en 1.5 años (Ledoux, 1976). En el valle de Chanchamayo (11°05 S, 74°45W, 900 m.s.n.m.; 2010 mm precipitación total anual), hemos observado plantaciones que alcanzan 30 cm de diámetro y 15 m de altura a los 5 años en suelos aluviales.

FENOLOGÍA

Registros de floración a fines de la estación seca, entre octubre-noviembre, y fructificación a inicios de la estación de lluvias, noviembre-diciembre. El árbol se defolia antes de florear.

USOS

La madera es muy blanda y muy liviana, con grano recto a entrecruzado, textura gruesa y color blanquecino (INIA-OIMT, 1996). Es empleada para cajonería, carpintería local y leña; en Ecuador, es fuente importante de la industria del laminado para la producción de Triplay.

Se presenta la siguiente ficha del *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* ("Pino chuncho"):

PARTICULARIDADES DE FRUTOS Y SEMILLAS

Número de semillas/Kg 980 semillas/Kg, y pureza de 70% (Pereira y otros, 1982); 1250-1600 semillas/kg (CATIE, 1999). Mencionados por Reynel (2003).

PROPAGACIÓN POR SEMILLAS (SEXUAL)

Reynel (2003) menciona que la propagación por semillas es exitosa en esta especie.

Tratamientos pregerminativos

Las semillas se sumergen en agua hirviendo y se dejan en remojo por las siguientes 24 horas, ello acelera la germinación. También, han dado resultados positivos la escarificación mecánica lijando una esquina de la semilla y el corte con cuchilla o tijera en la parte contraria al embrión (CATIE, 1999), mencionado por Reynel (2003).

Inicio y finalización de la germinación

La germinación se inicia a los 6 días de la siembra y finaliza a los 45 días luego de ésta (Pereira y otros, 1982), mencionado por Reynel (2003).

Poder germinativo, alcanza 85% (Pereira y otros, 1982); 70-90% (CATIE, 1999), citado por Reynel (2003).

Manejo de la especie en vivero Alcanza los 20-30 cm a los 60 días de la siembra (Pereira y otros, 1982). Mencionado por Reynel (2003).

1.6. EL VIVERO

Ocaña (1998) señala que los viveros centrales permanentes son aquellos donde se centralizan la producción. También, son llamados viveros estatales. Se

obtienen grandes volúmenes de producción, superando fácilmente el millón de plantas, las que son distribuidas a los diferentes beneficiarios. Son conducidos por el Estado y, en su mayoría, financiados por los proyectos, tanto en lo que concierne al pago de las remuneraciones como al de los bienes, servicios e insumos. Cuentan con una infraestructura definitiva producto de costosas inversiones. Algunos cuentan con invernaderos y sistema de riego por aspersión; es decir, que tienen las condiciones ideales para producir plantas de buena calidad, siempre y cuando reciban el manejo adecuado según el calendario forestal, aunque a veces esto no ocurre. Una desventaja de estos viveros es que se encuentran muy alejados de los lugares de plantación, lo que, desde el punto de vista técnico, no es lo más adecuado, porque se tienen que llevar las plantas producidas de pisos altitudinales bajos a los pisos más altos, con diferencias mayores de los 1,500 m . Otra desventaja es el costo del transporte de las plantas producidas en estos viveros, que tienen que ser llevadas a grandes distancias. Otro problema es la dependencia de estos viveros del Estado, que en su funcionamiento ha sido muy cambiante, inestable y globalmente poco eficiente (Navall, 2002)¹⁴. En los viveros forestales, se controlan todas estas condiciones durante la delicada etapa que va desde la semilla a un plantín lo suficientemente “criado” como para crecer sano y fuerte cuando lo plantemos.

1.6.1. TIPOS DE VIVERO

ADEFOR (1996) menciona que los viveros forestales se pueden clasificar de acuerdo a su finalidad en: comunales, industriales e investigación; y, de acuerdo a su duración, en: permanentes y volantes.

1.6.2. DISEÑO DE UN VIVERO

Navall (2002) señala que para el diseño del vivero, el primer paso en la construcción es la selección del sitio. Se tienen las siguientes consideraciones para ubicar el vivero:

- Disponibilidad de agua. Se debe contar con una fuente de agua en cantidad, permanente y que no sea salada, muy sucia o contaminada. Si el agua se

¹⁴ NAVALL, M. (2002). *El Vivero Forestal*. Mencionado en la página web <http://www.inta.gob.ar/santiago/info/documentos/extensionforestal/viveroforestal.pdf>.

seca, deja una costra de sal (sentida al tomarla), agua no apropiada para el vivero. Por cada 1000 plantines, se necesitan entre 350 y 500 litros de agua por semana, según la época del año y la media sombra que se use.

- Distancia a los materiales necesarios. Es importante que el vivero esté ubicado cerca de la zona de donde tomamos los recursos para su funcionamiento: mantillo, arena, cañas, etc.; más aún, si no contamos con un medio para transportar estos materiales.
- Distancia a destino final de las plantas. También, debemos tener en cuenta adónde irán nuestras plantas: plantación en campo, arbolado urbano, venta al público, etc.
- Un buen cuidado. Es necesario que el vivero no esté demasiado lejos de la vivienda de un responsable, para atender cualquier urgencia o recibir a visitas y compradores.
- Otros elementos. Deben preferirse sitios bien protegidos de los vientos, sin demasiada sombra y preferentemente plano y con buen drenaje (que no se encharque).

Vilcamiche (1996) menciona que el diseño y plano del vivero es una fase importante en su establecimiento. En general, un vivero consta de tres partes principales:

1. Sección de germinación, llamada también almaciguera o semillero.
2. Sección de crecimiento o criadero, camas de repique y platabandas para la producción de plantas a raíz desnuda.
3. Otros elementos: caminos, senderos, construcciones, etc.

1.6.3. ALMÁCIGO

Navall (2002) menciona que en los almácigos se brindan a las plantitas todo lo necesario para desarrollarse: media sombra, humedad, protección contra vientos y suelo rico. En general, se utiliza una superficie de 0.5 m² de almácigo por cada 1000 plantas. Si se producen pocas plantas, los almácigos pueden construirse en cajones de verduras.

Vilcamiche (1996), mencionado por Rivera (2005), indica que en la sierra se acostumbra sembrar las semillas en almácigo a nivel del suelo, para poder mejorar el drenaje y aireación, se eleva unos 10 a 15 cm.

ADEFOR (1996) manifiesta que un almácigo está conformado por sustrato, y se puede proteger con piedras planas, adobes, ladrillos, tablas de madera u otro material. Las camas pueden ser a nivel del suelo, sobre nivel del suelo y camas altas o baterías. Se llena la cama con sustrato y se hace nivelación, teniendo en cuenta que la conformación de una cama almaciguera debe seguir la siguiente secuencia:

- Primero se coloca gravilla (5 – 6 cm);
- Luego tierra común (10 cm);
- Finalmente, el sustrato (10 a 15 cm);
- Llenamos la cama con sustrato; y
- Se hace nivelación de la cama.

1.6.4 CAMAS DE REPIQUE

ADEFOR (1996) refiere que debe preferirse la orientación Este–Oeste, porque permite una buena distribución de la luz y protege las plantas de fuertes insolaciones. Las dimensiones de las camas pueden ser:

- Longitud: 10 m a 50 m
- Ancho: 1.00 a 1.20 m para facilitar el repique y labores de deshierbos.
- Pendiente: transversal 0% a nivel
longitudinal 1 a 2% máximo

De acuerdo a las características climáticas, particularmente de la intensidad y frecuencia de la precipitación, las camas de repique para la producción en bolsas se clasifican en camas bajo nivel del suelo, camas a nivel del suelo y camas sobre nivel del suelo.

1.6.5. CAMINOS Y CALLES

Rivera (2005) informa que Vilcamiche (1996) menciona que una red de caminos cuidadosamente trazada y mantenida es indispensable para el eficaz funcionamiento de un vivero. Para el camino central, se considera un ancho de 5 a 6 m, más 1 m a cada lado para las cunetas, y para los caminos secundarios 3 m de ancho. Los camellones o senderos que separan a las camas pueden tener 50 a 70 cm de ancho. Finalmente, se señala que es conveniente construir una especie de camino perimetral de unos 6 m de ancho.

1.6.6. OFICINA Y ALMACÉN

Vilcamiche (1996), mencionado por Rivera (2005), informa que la inversión en edificios y otras facilidades dependen del tamaño y vida útil prevista para el vivero y de los fondos disponibles. Desde el punto de vista de supervisión y control, la mejor ubicación es a la entrada del vivero.

1.6.7. SERVICIOS SANITARIOS

Rivera (2005)¹⁵ menciona que Vilcamiche (1996) reporta que con mucha frecuencia, el diseño de un vivero debe constar de dos unidades de servicios. En operación del vivero, se exigirá la máxima higiene posible, especialmente en el manejo de productos químicos.

1.6.8. OTRAS CONSTRUCCIONES

ADEFOR (1996) refiere que los viveros forestales deben poseer construcciones o instalaciones de acuerdo a su capacidad de producción. Las principales son:

- Almacén para semillas

¹⁵ RIVERA, M. (1993). *Efecto de tratamientos pregerminativos en semillas de tara *Caesalpinia spinosa*, en Ayacucho – 2756 m.s.n.m.* Informe de investigación. Grado de Bachiller en Ciencias Agrícolas. Facultad de Ciencias Agrarias–UNSCH. Ayacucho, Perú

- Almacén para equipos, herramientas y productos
- Galpón para guardar vehículos y maquinaria, para preparar mezclas y recipientes y para embalaje de plántones
- Invernaderos
- Laboratorios
- Construcciones varias: oficina, guardiana, viviendas

1.7. SUELO

Según Hartmann y Kester (1972)¹⁶, un suelo está formado por materiales en estado sólido, líquido y gaseoso, y para que las plantas tengan un crecimiento satisfactorio, tales materiales deben encontrarse en el suelo en proporciones adecuadas.

En la porción sólida de un suelo, se encuentran tanto formas orgánicas como inorgánicas. La parte inorgánica está constituida por residuos de roca madre, después de la descomposición debida a los procesos físicos y químicos de intemperización. Esos componentes inorgánicos varían en tamaño, desde la grava hasta las partículas coloidales extremadamente pequeñas de la arcilla. La porción orgánica del suelo está formada por organismos tanto vivos como muertos. La materia orgánica viviente está formada, en general, por insectos, gusanos, hongos, bacterias y raíces de plantas; mientras que los restos de esos organismos, tanto animales como vegetales, en diverso estado de descomposición, forman la materia orgánica muerta. El residuo de esa descomposición (llamado humus) es, en gran parte, coloidal, y ayuda para la retención del agua y los nutrientes de las plantas.

La parte líquida del suelo, la solución del suelo, está formada por agua que contiene cantidades variables de minerales en solución; así como el oxígeno y bióxido de carbono entran a la planta en la solución de suelo.

¹⁶ HARTMANN T., H. Y KESTER, D. E. (1972). *Propagación de plantas, principios y prácticas*. Editorial Continental. S. A. tercera edición – México.

La porción gaseosa del suelo es importante para el crecimiento de las plantas. En suelos mal drenados, pantanosos, el agua reemplaza al aire, privando tanto a las raíces como a ciertos microorganismos aeróbicos deseables, del oxígeno necesario para la existencia.

La textura del suelo depende de las proporciones relativas de arena (partículas de 2 a 0.05 mm de diámetro), limo (partículas de 0.05 a 0.002 mm de diámetro) y arcilla (partículas de menos de 0.002 mm de diámetro).

En contraste con la textura del suelo, que se refiere a las partículas individuales del mismo, la estructura del suelo se refiere a la disposición de esas partículas en la composición del suelo.

Respecto a la arena, Hartmann y Kester (1972), mencionan que está formada por pequeños granos de piedra de alrededor 0.05 a 2.0 mm de diámetro, que se originan por la intemperización de diversas rocas, dependiendo su composición mineral de la que tenga la roca madre. En propagación de plantones, generalmente, se emplea arena de cuarzo; que es, en forma predominante, un complejo sílice. La arena de grado más satisfactorio para el enraizamiento de estacas es la que en albañilería se usa para enlucidos. Esta arena es la más usada para el enraizamiento. Cuando seca, pesa alrededor de 100 lb. por pie³. La arena, virtualmente, no contiene nutrientes minerales y no tiene capacidad amortiguadora (buffer) respecto a sustancias químicas.

Del mismo modo, Hartmann y Kester (1972) precisan que la turba se forma con restos de vegetación acuática, de marisma, de ciénagas o de pantanos, que ha sido preservada bajo el agua en un estado de descomposición parcial. 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, espadañas o juncos y, por lo general, tienen relación

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, donde es difícil identificar los restos de plantas, *por lo general*, se conocen como “tierra de pudrición”.

1.8. SUSTRATOS

Pastor (2000) menciona que el cultivo de plantas en sustrato presenta diferencias sustanciales respecto del cultivo de plantas en pleno suelo (Abad, 1993). Al cultivar en contenedor, las características de éste resultan decisivas en el correcto crecimiento de la planta, ya que se produce una clara interacción entre las características del contenedor (altura, diámetro, etc.) y el manejo del complejo planta-sustrato. En el caso del cultivo de plantas en contenedor, el volumen de sustrato es limitado y de él las plantas absorberán el oxígeno, agua y nutrimentos. Es conveniente emplear sustratos con una elevada porosidad. Ésta es la causa fundamental de que un suelo agrícola no pueda ser utilizado para el cultivo en contenedor.

El término “sustrato” se refiere a todo material sólido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que colocado en contenedor, de forma pura o mezclado, permite el 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, lana de roca, roca volcánica, etc.) y químicamente activos (turba, corteza de pino, etc.). En el caso de los materiales químicamente inertes, éstos actúan únicamente como soporte de la planta, mientras que en los restantes intervienen, además, en procesos de adsorción y fijación de nutrimentos.

Las características de los sustratos pueden ser: físicas, químicas y biológicas.

1.8.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Pastor (2000)¹⁷ 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

1.8.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

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 nutrimentos
- Relación C/N

1.8.3. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Pastor (2000) se refiere a propiedades dadas por los materiales orgánicos, cuando éstos no son de síntesis inestables termodinámicamente y, por lo tanto,

¹⁷ PASTOR S. N. (2000). *Utilización de Sustratos en Viveros* Mencionado en <http://www.Chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art231-235.pdf>.

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, existe 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
- Reproductividad y disponibilidad
- Bajo costo
- Fácil manejo (mezclado, desinfección, etc.)

1.8.4. PROPIEDADES DE LOS SUSTRATOS

Pastor (2000) menciona que las propiedades de tipo físico resultan de enorme importancia para el correcto desarrollo de la planta; cabe señalar que una vez colocada ésta en el contenedor, resulta prácticamente imposible modificar sus parámetros físicos iniciales. Algo contrario ocurre con las propiedades de tipo

químico, que pueden resultar modificables mediante técnicas de cultivo adecuadas. Esto hace que deba contemplarse con especial cautela todo lo referente a los parámetros físicos, en especial al binomio "retención de agua–aireación". Condición responsable del éxito o fracaso de la utilización de un determinado material como sustrato de cultivo. Los principales parámetros que definen esas propiedades físicas son:

- **Agua fácilmente disponible:** (AFD) Se refiere a la cantidad de agua (% en vol.) que se libera al aplicar una tensión al sustrato de entre 10 y 50 cm de columna de agua. Valor óptimo: 20 a 30 %.
- **Agua de reserva:** (AR) En este caso, se refiere a la cantidad de agua (% en vol.) que se libera al aplicar una tensión al sustrato de entre 50 y 100 cm de columna de agua. Valor óptimo: 4 a 10 %.
- **Agua difícilmente disponible:** (ADD) Se trata del agua (% en vol.) que queda retenida en el sustrato después de aplicar una tensión de 100 cm de columna de agua.
- **Capacidad de aireación:** (CA) Se refiere a la proporción del volumen del sustrato que contiene aire después que dicho sustrato ha sido llevado a saturación y dejado drenar (normalmente a 10 cm de columna de agua). El valor óptimo se produce cuando se dan valores entre 10 y 30 %.
- **Espacio poroso total:** (EPT) Es el volumen total del sustrato de cultivo que no está ocupado por partículas orgánicas o minerales. Es un dato que se determina a partir de las densidades real y aparente. Su valor óptimo se produce cuando alcanza niveles superiores a 85 %.

1.8.5. PREPARACIÓN DE SUSTRATOS

Rivera (1 993) indica que el sustrato para el embolsado depende mucho del material disponible en la zona. Sin embargo, hay algunos factores que deben tenerse en cuenta cuando se prepara la mezcla. Es muy lamentable que no existan trabajos sobre sustratos para la producción de plantones forestales nativos.

Araujo y otros (2 000) indican que como sustrato se puede utilizar tierra negra y

arena en proporción 1:1 siendo necesario que esta mezcla no sea alcalina ni salina debido a que las plántulas de tara no son tolerantes a estas condiciones.

El sustrato a emplearse, en lo posible, debe ser una mezcla de: tierra negra, arena y estiércol descompuesto, en la proporción 3:2:1, (<http://taninos.tripod.com/>, 2 002).

ADEFOR (1996) refiere que las características de los sustratos deben ser: suelto, rico en nutrientes, con buena proporción de materia orgánica, que contenga hongos micorrízicos (para coníferas), libre de semillas de malas hierbas. La secuencia a seguir es:

- Cernir los sustratos por separado;
- Preparar la mezcla en las proporciones 3:1:1, tierra, turba y arena; y
- Mezclar bien hasta obtener un color uniforme.

1.9. pH DEL SUSTRATO

Según Sánchez (2004), mencionado por Rivera (2005), refiere que es la medida del grado de acidez o alcalinidad de una sustancia. Si la raíz de la planta no se encuentra en un medio (solución nutritiva) con el pH adecuado, no absorberá los nutrientes, aun cuando éstos existan en el medio de cultivo. El rango de pH en el cual se favorece el crecimiento de la mayoría de los cultivos está entre 6 y 6.5; sin embargo, algunas especies se desarrollan en medios con lecturas de pH desde 4 a 5.5 y desde 6.5 hasta 7.5.

1.10. PRODUCCIÓN DE PLANTONES FORESTALES EN VIVERO

A. OBTENCIÓN DE SEMILLAS

ADEFOR (1996) señala que la semilla es una parte del árbol capaz de generar una nueva planta. Las más importantes son la semilla que se produce en los frutos y la semilla que se obtiene a partir de estacas, injertos. Un árbol semillero o deseable es aquel que muestra un buen vigor, tiene fuste recto y ramas finas.

La obtención de plántulas deseables estará dada por la procedencia de la semilla y el cuidado. Por lo que se tendrá que recoger semillas de un árbol deseable (semillero). La semilla debe germinar en el menor tiempo posible, esta característica es conocida como energía germinativa.

FONDEBOSQUE (2007) señala que el uso de plántones de alta calidad genética eleva la productividad y rentabilidad de las plantaciones; por ese motivo, FONDEBOSQUE ha importado semillas certificadas de importantes centros de investigación de Australia, Brasil, Costa Rica, Nicaragua y México, teniendo en consideración que su uso eleva en más del 50% la calidad de una plantación.

B. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

ADEFOR (1996) manifiesta que los tratamientos pre germinativos se realizan para favorecer o acelerar la germinación, siendo los siguientes los más importantes:

- a. Tratamientos físicos. Modifican la cubierta de la semilla, solamente activan ciertos procesos que se hallan en estado de reposo. Se realizan mediante la estratificación y el tratamiento con agua.
- b. Tratamientos mecánicos. Cuando tratamos a la cubierta o cáscara de la semilla para permitir el ingreso del aire necesario para la germinación. Se realiza mediante la escarificación y el lijado de puntas.
- c. Tratamientos químicos. Es cuando tratamos de debilitar la cáscara de las semillas utilizando ácidos. Se usan ácidos diluidos (ac. clorhídrico, ac. sulfúrico) u otras sustancias. Un tratamiento más simple es utilizando lejía o ceniza diluida en agua.

C. ALMACIGADO

ADEFOR (1996) señala que la fecha de almacigado está en función a la época

de plantación en el campo definitivo; por lo tanto, antes de almacenar, es necesario establecer el cronograma de actividades. Para realizar el almacenar se tiene los siguientes criterios:

- a. Densidad del almacenar, cantidad de semillas sembradas por unidad de área. Se expresa en gramos de semilla por metro cuadrado. En general, las densidades pueden variar desde 500 a 4000 plántulas/m².
- b. Necesidades de áreas almacenadoras, que se calcula en función a la cantidad de semillas a almacenar en la campaña y la densidad a emplear.
- c. Sustrato de almacenar, que es el medio donde van a germinar las semillas. Las características que debe reunir el sustrato es: buena aireación, capacidad de infiltración y libertad de contaminación. En el vivero de ADEFOR se utiliza la proporción 1:1:0.5 de arena, tierra y turba.
- d. Desinfección de sustratos, esto para prevenir daños a las semillas por parte de hongos, bacterias, insectos (larvas), todo desde el almacenar hasta el repique. Formas de desinfectar:
 - Desinfección con formol al 40%.
 - Desinfección con agua hirviendo.
 - Desinfección cocinando el sustrato.
 - Desinfección soleando el sustrato.
- e. Almacenar propiamente dicho; donde, generalmente, se siembra al voleo. Las semillas se colocan cuidadosamente y en forma regular en la superficie de la almacenadora. Otras veces, se puede hacer pequeños surcos o líneas con una regla y allí se colocan las semillas; luego, se tapan las semillas con el mismo sustrato de la almacenadora, con un espesor de capa hasta 2 veces la dimensión de las semillas, procediendo a presionar levemente la superficie con un rodillo para que el sustrato entre en contacto con las semillas. Al final, regar ligeramente con regadera de lluvia fina.

D. GERMINACIÓN

Hartmann y Kester (1972) definen como el nacimiento y desarrollo de aquellas primeras partes esenciales derivadas del embrión que según la semilla de que se trate son indicativas de la capacidad de ésta para producir plantas normales. No todas las semillas germinan apenas cosechadas y muchas lo hacen luego de un intervalo más o menos largo a contar desde su cosecha. Para que la germinación empiece, se deben llevar a cabo los siguientes procedimientos:

- La semilla debe ser viable; esto es, el embrión debe estar vivo y tener capacidad para germinar.
- Las condiciones internas de la semilla deben ser favorables para la germinación.
- Las semillas deben encontrarse en condiciones ambientales apropiadas.

Los requerimientos fundamentales son la disponibilidad de agua, temperatura apropiada, una provisión de oxígeno y, a veces, la luz. Las condiciones internas de la semilla pueden cambiar con el tiempo y, en consecuencia, los requerimientos ambientales también pueden variar debido a que pueden afectarse el estado interno de la semilla.

Hay dos tipos de germinación:

- Germinación epigea, donde los cotiledones aparecen por encima del sustrato, como en el caso de los Pinos, Eucaliptos y la Tara.
- Germinación hipogea, donde los cotiledones se quedan por debajo del sustrato, como en el caso del *Juglands neotropica* (Nogal).

E. ENERGÍA GERMINATIVA

Rivera (2005) dice que Diehl y Mateo (1973) mencionan que la energía germinativa se puede expresar de varias maneras, como la velocidad de germinación, porcentaje de semillas germinadas en la mitad o en el primer tercio de duración del ensayo de cinco a siete días para la mayor parte de las especies cultivadas, principalmente en cereales y leguminosas, mas no así en especies de

plantas silvestres como arbustos o árboles.

Rivera (2005), al citar a Vilcamiche (1996), lo define como la rapidez de germinación de un lote de semilla en un período determinado, llamado período de energía. La energía germinativa se expresa en porcentaje. Se dice que la energía germinativa es buena cuando las dos terceras partes de la semilla germinan en un tercio empleado en la germinación. Se determina con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ E.G} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas (día de mayor número)} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas sin límite de tiempo}}$$

F. REPIQUE

ADEFOR (1996) menciona que el repique consiste en la extracción de plántulas previo riego de 24 horas antes, esto se realiza con una pequeña barretilla. Es importante que al momento del repique, el sustrato este húmedo para no maltratar las plántulas. La selección es una labor muy importante para tener plantas de calidad, luego del cual se poda las raíces y se aplica un fungicida para prevenir el ataque de hongos, procediendo finalmente al repique.

Según ADEFOR (1996), existen dos sistemas de producción de plantones forestales en el vivero:

1. Producción de plantones a raíz desnuda

- Luego del almacigado, las plántulas son repicadas a platabandas o bancales.
- También, se puede sembrar la semilla directamente en la platabanda, pero no es muy usado en nuestro medio.
- Los plantones permanecen en las platabandas entre 10 a 12 meses después del repique.
- En platabandas, reciben un tratamiento de podas radiculares con una frecuencia de 40 a 60 días.

- Cuando la producción es a raíz desnuda, se consumirá más agua que cuando las plantas están en envase, ya que hay que humedecer todo el sustrato de la platabanda.
- En los últimos meses, se riega con un intervalo no menos de 30 días, a fin de endurecer los plántones.

En bolsa, tomamos las mismas consideraciones que para plantas a raíz desnuda. Sin embargo, algunas recomendaciones específicas son las siguientes:

- Después de 15 días, los riegos deben ser más distanciados.
- Dos meses antes de la salida de los plántones a campo definitivo se riegan cada 30 días a fin de endurecer los plántones.

I. DESHIERBO

ADEFOR (1996) señala que las malezas compiten por agua y nutrientes con las plantas; además, favorecen la propagación de enfermedades provocadas por hongos. En almácigos, el deshierbo es manual; luego del repique, el primer deshierbo en producción en bolsa se hace a partir del primer mes y, de allí, cada 2 meses, aproximadamente.

J. CONTROL FITOSANITARIO

ADEFOR (1996) indica que en el almacigado, la desinfección del sustrato de almácigo y un pH ligeramente ácido (5 a 5.5) elimina el riesgo de enfermedades fungosas. Hay que controlar la humedad y ventilación del almácigo, ya que los riegos excesivos facilitan el desarrollo de chupadera. Si se presenta muerte de plántulas, se aplica Ridomil M-2, Benlate, etc., al 0.3% cada 8 a 10 días para el control post emergencia de las plántulas. En caso de hormigas o larvas, se aplican insecticidas fosforados en dosis de 0.1 a 0.2%, que dan buenos resultados. Es importante observar continuamente la presencia de plagas para que la aplicación de insecticidas sea oportuna.

K. REMOCIÓN Y SELECCIÓN

Según Araujo y otros (2000), la remoción es una actividad que se realiza para evitar que las raíces del plantón, al crecer y perforar las bolsas, se desarrollen en el suelo de la cama de repique; esto se consigue cambiando de ubicación a los plantones con cierta frecuencia. Al mismo tiempo que se realiza la remoción, es importante seleccionar las plantas en 2 ó 3 tamaños para que aprovechen mejor la luz, agua y nutrientes y su crecimiento sea más homogéneo. Esta actividad es recomendada reiterarla mensualmente.

1.11. ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES FORESTALES

García y otros (2008) mencionan que el adecuado establecimiento de una plantación considera una serie de etapas y actividades orientadas a modificar el sitio hacia una mejor condición del suelo y mejoramiento de sus factores limitantes, de tal forma concentrar los recursos disponibles para favorecer el crecimiento inicial, sobrevivencia y desarrollo posterior de la planta.

Bravo (2008) menciona que el establecimiento de plantaciones forestales puede ser realizado a través de la forestación o de la reforestación, se debe tener presente que forestación es la acción de plantar árboles forestales en sectores en donde no han existido los mismos. Reforestación, es la acción de repoblar con especies forestales sectores en donde existieron árboles y que fueron aprovechados. Para el establecimiento de las plantaciones forestales, se tiene las siguientes consideraciones:

1. En primer lugar, se debe hacer un reconocimiento del área que se desea forestar, tomando en consideración la ecología y la zona de vida a la que pertenece dicho sector.
2. Se debe tener conocimiento en la materia para poder definir qué o cuáles especies forestales se van a utilizar; qué sistema y método se aplicará.
3. Tener disponible o preparar el material vegetativo necesario (plantas) para la plantación.
4. Preparación del terreno: desbroce o limpieza, balizada, hoyado, plantación y replante.

ADEFOR (1996), previa al establecimiento, afirma se debe realizar la zonificación, que significa elegir los lugares más adecuados en clima y suelo, para el mejor desarrollo de las especies forestales, según el uso previsto de los productos forestales.

Según FONDEBOSQUE (2007), se realizan los siguientes pasos:

- A. Selección de especies y procedencias
- B. Selección del sitio de plantación y especies a instalarse
- C. Preparación del terreno
- D. Distanciamiento inicial de la plantación
- E. Trazado y marcación
- F. Apertura de hoyos
- G. Selección, transporte y distribución de plántones
- H. Plantación y recalce

A. SELECCIÓN DE ESPECIES Y PROCEDENCIAS

FONDEBOSQUE (2007) manifiesta que se tiene los siguientes criterios de selección:

- Especies de rápido crecimiento con alta productividad, comprobado en ensayos experimentales y plantaciones demostrativas.
- Demanda actual y futura del producto final.
- Disponibilidad de semillas de calidad.
- Resistencia natural a plagas y enfermedades.
- Interés de los productores por reforestar con estas especies.
- Protección y mejoramiento del suelo, rehabilitación de áreas degradadas, protección y recuperación del equilibrio hídrico.

B. SELECCIÓN DEL SITIO DE PLANTACIÓN Y ESPECIES A INSTALARSE

FONDEBOSQUE (2007) refiere que la selección del sitio de plantación es un aspecto fundamental para el éxito plantación forestal. Es importante obtener muestras de suelo para el análisis de fertilidad y poder determinar con mayor

exactitud las necesidades de nutrientes del área a reforestar.

Características del área a plantar:

- a. **pH neutro a moderadamente ácido (7.3 a 4.5):** Para corregir la acidez extrema de los suelos, se utiliza productos en base a carbonatos; se recomienda aplicar 1 tm/ha de sulfato de calcio o cal dolomita.
- b. **Materia orgánica:** El contenido debe ser en lo posible de medio a alto, por los múltiples efectos benéficos que tiene sobre las propiedades del suelo.
- c. **Textura:** Ligeras a medianas (arenas francas, franco arenoso, franco, franco limoso, limo, franco arcilloso).
- d. **Profundidad efectiva, mayor a 60 cm:** En terrenos que presentan capas endurecidas o impermeables ("hardpan", greda dura), que limitan la penetración fácil de las raíces e impiden el desarrollo normal de los arboles, se deben hacer hoyos profundos o usar maquinaria con la finalidad de romper dicha capa.
- e. **Drenaje:** De bueno a moderado.
- f. **Pedregosidad:** Nula a moderadamente pedregosa.
- g. **Topografía del terreno:**
 - Para lograr una mejor rentabilidad de la plantación, se deben elegir terrenos de pendientes moderadas menores a 75%.
 - Evitar terrenos con pendientes mayores a 75%; éstas son clasificadas como tierras de protección.
 - En terrenos planos o de pendientes moderadas, bajan los costos de establecimiento, manejo y cosecha.

No todas las características óptimas se dan juntas, por lo que se precisa correlacionarlas y priorizar las más importantes (pH, profundidad del suelo, clima, altitud) o decisivas para el desarrollo exitoso de la plantación.

C. PREPARACIÓN DEL TERRENO

Según FONDEBOSQUE (2007), señala que una pronta y adecuada preparación del terreno tiene importancia en el rápido crecimiento inicial del árbol y en la disminución de los costos de mantenimiento. En terrenos con pendientes mayores a 20%, se recomienda hoyados manuales no menores de 30 x 30 x 40 cm. En terrenos de fuerte inclinación, eliminar las malezas indeseables mediante el uso de machetes. En terrenos planos u ondulados, de ser posible, debe utilizarse máquina macheteadora.

En todos los casos, además, se debe hacer lo siguiente:

- Retirar todos los tocones de arbustos indeseables dentro de un radio de 1m de las líneas de plantación.
- Coronar o platear con lampa o azadón por lo menos de 1 a 1.5 m de diámetro del área donde se instalará el plantón.

D. DISTANCIAMIENTO INICIAL DE LA PLANTACIÓN

FONDEBOSQUE (2007) menciona que el distanciamiento de plantación y el número de árboles por hectárea varía de acuerdo al producto final que se quiere obtener. Para la producción de madera aserrada, láminas, madera para muebles, entre otros, normalmente, se emplean distancias de 3 x 3 m con un régimen de raleos y turnos de cosecha final entre 12 a 20 años, dependiendo de la calidad del sitio y de la especie seleccionada. Las plantaciones establecidas con distanciamientos cortos producen árboles de diámetros pequeños y madera de baja calidad, debido a que los árboles de cada especie requieren de un cierto volumen de suelo y espacio aéreo para su óptimo desarrollo.

Asimismo, ADEFOR (1996) menciona que la elección del distanciamiento y el sistema de plantación dependen de las especies, objetivo de la plantación y topografía del terreno.

E. TRAZADO Y MARCACIÓN

El trazado y la marcación se realizan con el propósito de conseguir un mejor aprovechamiento del terreno a través de una plantación ordenada y uniforme (FONDEBOSQUE, 2007). Según ADEFOR (1996), se refiere a la disposición geométrica de los árboles, a fin de permitir un distanciamiento homogéneo, posibilidad de conteo, inventario, manejo (poda, raleo) y aprovechamiento. La forma de la distribución de los árboles no influye en su crecimiento de altura ni volumen. Los sistemas más comunes son:

- Plantación en cuadrado
- Plantación en rectángulo
- Plantación a tres bolillo
- Trazo y marcación de curva a nivel

F. APERTURA DE HOYOS

FONDEBOSQUE (2007) nos dice que es de gran importancia hacer hoyos grandes, anchos y profundos para facilitar el buen desarrollo de las raíces para obtener un crecimiento inicial rápido. Las dimensiones mínimas deben ser: 30 x 30 x 30 cm de largo por ancho y profundidad. Las dimensiones menores retardan el crecimiento de los plantones. El hoyo se debe rellenar inmediatamente después de abierto, listo para recibir el plantón; de ninguna manera, debe dejarse la tierra fuera del hoyo, ya que las paredes del hoyo se endurecen y en algunos casos pueden llenarse de agua.

ADEFOR (1996) puntualiza que un suelo bien trabajado tiene una porosidad mayor, lo que:

- Favorece la penetración de las raíces jóvenes de la planta;
- Acelera y mejora la infiltración del agua de escorrentía o riego;

- Aumenta la cantidad de agua que pueda captar una unidad de suelo; y
- Mejora la aireación del suelo.

G. SELECCIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTONES

FONDEBOSQUE (2007) señala que las pérdidas producidas en una plantación se deben a las deficiencias en la selección, embalaje, transporte y manipulación de los plantones.

La selección de plantones se realiza con la finalidad de llevar a terreno definitivo plantas de mejor calidad y vigor. No se debe seleccionar plantones que presenten las siguientes características:

- bifurcados,
- con yema terminal rota,
- con poco follaje,
- tallo torcido,
- poco desarrollados,
- con follaje amarillento,
- con hojas pequeñas.

La manipulación de los plantones debe ser cuidadosa y responsable desde que salen del vivero hasta su instalación en campo definitivo. Nunca manipular ni transportar las plantas agarrándolas del tallo para evitar posibles daños. Para distancias largas, el transporte debe hacerse en cajones, jabs de plástico o madera, donde las plantas deberán ser ubicadas en forma vertical.

H. PLANTACIÓN Y RECALCE

FONDEBOSQUE (2007) refiere que, en lo posible, se debe plantar inmediatamente después de la preparación del terreno para tener una menor competencia de la maleza.

La plantación debe tener en consideración los siguientes criterios técnicos:

- Plantar en sentido transversal a la pendiente;
- Al momento de la plantación, colocar el plantón en forma vertical, sin inclinación hacia ningún lado, haciendo descansar sus raíces sobre la capa de tierra recientemente removida o añadida en el fondo del hoyo, percatándose de que el cuello de la planta se encuentre a nivel del suelo.

Los plantones malformados, débiles o muertos por diversas causas deben ser extraídos y repuestos lo antes posible, entre 1 a 4 meses posterior a la instalación.

1.12. MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES

BRAVO, J. (2008) menciona que dentro de una plantación forestal se debe llevar un cronograma bien establecido de cuidados silviculturales, dentro de los cuales se pueden enunciar los más importantes:

- a) Poda de formación de copa a partir de un año de la plantación. Se debe realizar la poda de las ramas bajas con la finalidad de ir formando una copa uniforme y un fuste más limpio.
- b) Hasta los tres primeros años, se debe realizar la limpieza de la maleza, para evitar su proliferación y, de esta manera, no existirá competencia por los nutrientes; los árboles aprovecharán los mismos para su mejor desarrollo.
- c) Se considera en promedio que a los cinco años que tenga la plantación y dependiendo de la especie, se tiene que realizar una entresaca o raleo, esto es con la finalidad de dar mayor espaciamiento a los árboles para su mejor crecimiento, especialmente en cuanto al diámetro.

Cabe indicar que para hacer o disponer un raleo se debe tener conocimiento, pues un raleo mal realizado puede ocasionar la pérdida económica de dicho bosque.

Un raleo se puede recomendar siempre y cuando se tengan los resultados estadísticos del inventario realizado, los cuales deben ser analizados en relación del índice espacio crecimiento (IEC), que tiene dicho bosque.

En este tiempo, es recomendable utilizar la misma mano de obra que realiza el raleo para a la par ir haciendo una nueva poda de las ramas bajas; de esta manera, se evitará que el fuste tenga muchos ojos, lo cual perjudica el aspecto estético de la madera.

- d) Después del quinto año, se debe realizar inventarios cada cuatro o cinco años con la finalidad de poder obtener el IEC, el mismo que será analizado y se podrá determinar en que época se debe realizar el próximo raleo.

A. PROTECCIÓN DE LA PLANTACIÓN

FONDEBOSQUE (2007) señala que los daños más comunes en las plantaciones forestales provienen de animales (ramoneo y pisoteo), personas (destrucción de plantación), plagas, enfermedades e incendios; por lo que, la protección se realiza tanto a la plantación en general, como al árbol en forma individual. La protección de las plantaciones es muy importante sobre todo en la primera etapa de crecimiento.

B. CONTROL DE MALEZAS

FONDEBOSQUE (2007) menciona que una plantación sin mantenimiento pierde el potencial de crecimiento, porque gran parte de los nutrientes son consumidos por la maleza. El grado de mortalidad en plantaciones con presencia de malezas llega, en algunos casos, hasta más del 50%. La limpieza en plantaciones debe tener mayor incidencia en los primeros dos años.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. INFORMACIÓN GENERAL

A. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del Vivero Forestal de Arwimayo, y en las localidades de Arwimayo, Agua Dulce, Quillabamba, Huayrurupata y Cuculipampa, ubicadas en el distrito de Anco, provincia de La Mar, Región Ayacucho. El proyecto se realizó dentro del marco del proyecto “Desarrollo Productivo e Instalación de Vivero Frutícola Forestal y Agroforestal” ejecutado por la Municipalidad Distrital de Anco, La Mar.

El distrito de Anco se encuentra ubicado al noreste de la provincia de La Mar, Región Ayacucho. Está comprendido entre los ríos Apurímac, en la selva; y Torobamba, principal afluente del río Pampas, en la sierra. Geográficamente, está situado entre los 73° 42'17", longitud Oeste y 13°03'23" latitud Sur. Los límites son:

- Por el Norte, con el distrito de San Miguel;

- Por el Sur, con el distrito de Chungui y río Pampas;
- Por el Este, con el río Apurímac, distrito de Vilcabamba, Provincia de La Convención, Cusco; y,
- Por el Oeste, con el distrito de Chilcas y San Miguel.

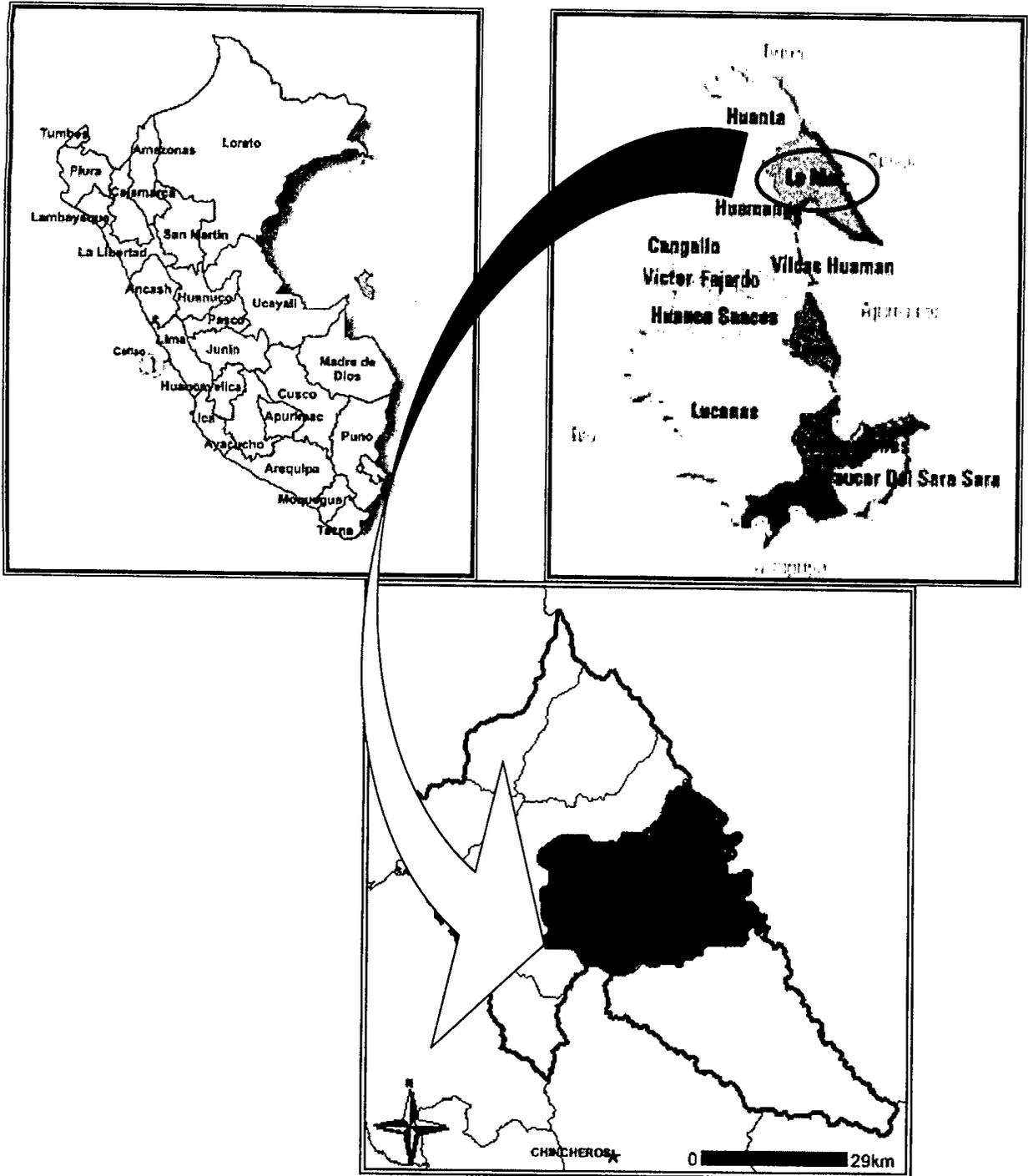


Gráfico 2.1: Mapa de ubicación del proyecto

B. CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS

- **El vivero forestal** Se encuentra ubicado a 780 m.s.n.m. Sus coordenadas son 661082 Norte y 8565799 Este. Comprende 9000 metros cuadrados, con un suelo franco arcilloso. Según la clasificación Holdridge (1987), se encuentra dentro de la clasificación bosque pluvial-subtropical.

La zona de vida de bosque pluvial-subtropical, a nivel del ámbito del distrito de Anco, presenta una extensión aproximada de 4933.4824 hectáreas y geográficamente ocurre en la parte baja o cimientos de las laderas de los centros poblados de Lechemayo, Arwimayo, Unión Progreso y Anchiway; por lo que, el vivero de Arwimayo se ubica dentro de esta zona de vida, incluyendo el mismo poblado de Lechemayo.

El relieve topográfico es accidentado, pero en el ámbito del distrito comprende las zonas más bajas, con poca pendiente y con laderas entre 10% a 70% de gradiente y de naturaleza inestable y deleznable. El escenario edáfico está conformado por suelos delgados o superficiales (Litosoles), seguidos de Cambisoles éutricos y dístricos, según el predominio o no de materiales calcáreos, así como Acrisoles órticos (suelos ácidos de tonos rojo amarillos y arcillas friables de naturaleza Caolínica).

- **Las parcelas agroforestales** Las parcelas de Arwimayo y Quillabamba se encuentran dentro de la zona de vida bosque pluvial-subtropical. Mientras las parcelas de Cuculipampa se ubican dentro de la zona de vida bosque, muy húmedo-subtropical. La ubicación de las parcelas se presenta en los siguientes cuadros:

Cuadro 2.1: Ubicación de las parcelas en Quillabamba

BENEFICIARIO	LOCALIDAD	ESTE	NORTE	ALTITUD	ESPECIES
Antonio Solier Sánchez	Quillabamba	8560462	664347	890	C, ET, B

Cuadro 2.2: Ubicación de las parcelas en Arwimayo

BENEFICIARIO	LOCALIDAD	ESTE	NORTE	ALTITUD	ESPECIES
Benigno Yaranga Tomaylla	ARWIMAYO	8565859	661483	772	C
Eusebio Castillo Yaranga	ARWIMAYO	8565691	661032	767	C
Teodor Mendoza Castillo	ARWIMAYO	8565614	660846	747	B

Cuadro 2.3: Ubicación de las parcelas en Cuculipampa

BENEFICIARIO	LOCALIDAD	ESTE	NORTE	ALTITUD	ESPECIES
Elías Ramírez Cárdenas	Cuculipampa	8559998	661377	1101	B
Sixto Ramírez Espino	Cuculipampa	8559565	661793	1064	ET
Fredy Ccollana Arquiniego	Huayrurupata	8559986	663154	1062	C
Lorenzo Chachaima Ramírez	Cuculipampa	8559840	661619	1081	B, ET, C

Donde: C = Caoba (*Swietenia macrophylla*).

B = Bolaina (*Guazuma crinita*).

ET = Eucalipto Rosado (*Eucalyptus grandis*)

- **Condiciones climáticas** Los datos del clima fueron obtenidos de los registros del año 2003, de la Estación Meteorológica de TGP Camisea-San Antonio-Ayacucho, debido a que en la actualidad no hay una estación meteorológica cercana a la zona selva del distrito de Anco, La Mar. Con estos datos obtenidos, se realizaron los cálculos de la Evapotranspiración potencial diaria y mensual, de acuerdo a la metodología descrita por PENMAN, cuyos resultados se muestra en el Cuadro 2.4 y figura 2.1; observándose que la temperatura máxima, media y mínima promedio anual fue de 29.7, 22.9 y 17.1 °C,

respectivamente. La precipitación total anual fue de 1809.80 mm. La instalación de las plantaciones agroforestales se realizaron en el mes de febrero y el proceso de evaluación de las plantaciones forestales se realizó entre los meses de mayo a octubre del 2006.

Cuadro 2.4: Temperatura máxima, media, mínima y balance hídrico correspondiente a la campaña agrícola 2003 de Anco, La Mar, con datos de la Estación Meteorológica de San Antonio-Techint. TGP CAMISEA-AYACUCHO.

ANO	2003												TOTAL	PROM
MESES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Máx.	30.4	31.5	30.6	31.6	27.6	26.8	26.4	27.8	28.7	30.5	31.6	32.4		29.7
Min.	17.5	18.02	17.6	17.8	15.8	14.6	14.2	15.8	17.2	18.2	18.4	19.5		17.1
Media	23.95	24.76	24.1	24.7	21.7	20.7	20.3	21.8	22.95	24.35	25	25.95		23.4
ETP (mm)	115.0	122.8	119.5	114.6	107.6	99.4	100.7	104.6	110.2	120.8	120.0	128.7	1363.9	
Precipitación (mm)	225.4	285.4	250.6	155.2	90.6	82.6	75.5	77.8	98.6	102	160.5	205.6	1809.8	

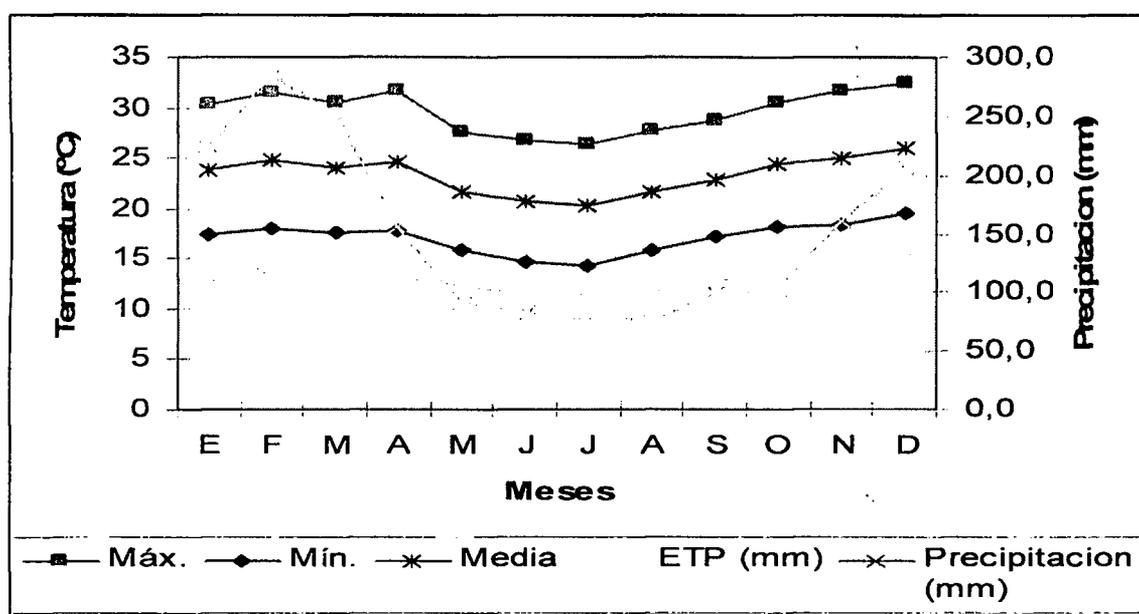


Figura 2.1: Balance hídrico de La Estación Meteorológica de San Antonio Techint TGP CAMISEA-AYACUCHO

- **Suelo** Los distintos tipos de sustrato utilizados en el experimento, así como los suelos de las parcelas donde se establecieron las plantaciones, se muestrearon y se analizaron en el laboratorio de suelos y análisis foliar "Nicolás Roulet", del programa de pastos de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Los resultados se muestran en el cuadro 2.5.

Cuadro 2.5: Análisis físico y químico de suelos de cinco parcelas agroforestales. Anco, La Mar.

Parámetros analizados		Suelos analizados				
		Suelo I	Suelo II	Suelo III	Suelo IV	Suelo V
Análisis mecánico (%)	Arena	45.55	32.5	35.00	32.5	45.00
	Limo	30.9	33.4	18.4	28.4	28.4
	Arcilla	26.6	34.1	46.6	39.1	26.6
Clase textural		Franco	Fco. Arcilloso	Arcilloso	Fco. Arcilloso	Franco
pH (H ₂ O)		4.8	5,0	4.1	5.1	6.2
Materia orgánica (%)		2.3	3.9	3.8	3.5	2.6
N Total (%)		0.12	0.19	0.19	0.17	0.12
Elementos disponibles (ppm)	P	4.4	2.2	3.3	3.3	39.2
	K	126.6	47.6	57.4	77.2	185.9
Cationes cambiables (meq/100g)	Ca ⁺⁺					
	Mg ⁺⁺					
	K ⁺					
	Al ⁺⁺⁺	0.63	0.31	3.06	1.13	
	H ⁺	0.37	0.32	1.02	0.37	
CIC ((meq/100g)						

Suelo I : Huayrurupata

Suelo IV : Quillabamba

Suelo II : Cuculipampa I

Suelo V : Arwimayo

Suelo III : Cuculipampa II

2.2. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS

Durante la instalación y evaluación de las unidades experimentales, se utilizó los siguientes materiales y equipos:

2.2.1. MATERIALES

- **04 camas de almácigo de 5m de largo x 1m de ancho:** Se utilizaron para hacer germinar las semillas de Cedro, Eucalipto rosado, Bolaina y pino rojo.
- **Bolsas de plástico (polietileno) de 4 x 7”:** En los cuales se embolsaron el sustrato preparado.
- **01 cama de crianza de 20 m de largo x 1.1 m. de ancho:** Donde se colocaron las bolsas forestales de polietileno de 4 x 7”, con los diferentes sustratos.
- **10 m. lineales de plástico (polietileno):** Sirvió para tapar herméticamente el sustrato desinfectado de las camas de almácigo, por espacio de 48 horas.
- **Rollizos para el tinglado y separadores:** Se utilizó los siguientes:
 - Rollizos de 1 a 1.5 pulg de diámetro, por 4 m de largo, que fue utilizado para la construcción del tinglado y separar los bloques.
 - Rollizos de 2 – 2.5 pulg de diámetro, por 2.4 m de largo, se utilizó para los postes del tinglado.
- **Parcelas agroforestales** Se ubicaron en total 8 parcelas, donde se instalaron los plantones forestales y evaluaron todos los parámetros del establecimiento.

2.2.2. EQUIPOS

- **Mochila fumigadora de 15 litros**
- **Wincha de 50 m:** Se utilizó para realizar el trazo de las camas de almácigo, camas de repique, construcción del tinglado, trazo para la instalación en campo definitivo.
- **Regaderas de 10 litros:** Se utilizaron para realizar el riego a modo de ducha

las camas de almácigo y las plantas recién repicadas.

- **Cámara fotográfica:** Se tomaron fotografías de todo el proceso del experimento; es decir, 6 meses del establecimiento y 4 meses en la producción.
- **Flexómetro de 5m:** Se utilizó en el proceso de la evaluación del establecimiento de las plantaciones para medir la altura de planta.
- **Vernier:** Se utilizó en la evaluación del diámetro del tallo en el establecimiento así como también medir el diámetro del tallo y raíces en la producción de plántones en vivero.
- **Balanza (gramos):** Se utilizó para evaluar el peso total, peso de las raíces de las plantas evaluadas en la producción de plántones en el vivero.

2.2.3. INSUMOS

- **Sustratos:** En el ensayo, se utilizó 07 tipos de sustrato compuestos por lo siguientes:
 - **Turba:** Procedente de la altura de Auquiraccay Anco La Mar.
 - **Arena fina:** Procedente de la cantera de Puerto Libertadores Arwimayo.
 - **Tierra agrícola:** Se obtuvo de la capa superficial (hasta los 30cm de profundidad) del vivero de Arwimayo.
 - **Guano de islas:** Se utilizó el guano de segunda calidad.
 - **Guano coqui:** Se utilizó desechos de las hormigas (*Atta cephalotes*) que tiene la siguiente riqueza: N: 1.5%, P: 4.6%, K: 0.98%, pH: 5.2 y MO: 29.9%.
- **Formol:** Se utilizó al 40% en la cantidad de 1 lt.
- **Material simiente:** Se utilizó semillas de Cedro topical (*Cedrela odorata*), Pino rojo (*Shizolobium amazonicum*), Bolaina (*Guazuma crinita*), y Eucalipto rosado (*Eucaliptos grandis*).

- ***Insecticidas:*** Se utilizó insecticidas para evitar el ataque de las hormigas coki, pulgones, grillos, etc. Para tal efecto, se utilizó el Tifón y Furadan.
- ***Fungicidas:*** Se utilizaron Parachupadera, Botrizin y Ridomil para prevenir y controlar el ataque de hongos a nivel de germinador y después de ser repicadas.
- ***Agua:*** Se utilizó durante todo el proceso de producción de plantones, a través de riegos.
- ***Pintura esmalte:*** Se utilizó en el marcado de las plantas a evaluarse en el establecimiento.

2.2.4. HERRAMIENTAS

- ***Zaranda metálica:*** Se utilizó para el tamizado de la tierra agrícola y turba, previo al preparado del sustrato.
- ***Carretilla bugui:*** Se utilizó para el traslado del sustrato, así como unidad de medida de la proporción para la preparación de los 07 tipos de sustrato que se estudiaron.
- ***Repicador:*** Se utilizó en el momento de repique de las plántulas en las bolsas con los distintos tipos de sustratos.
- ***Pala:*** Herramienta que se utilizó en la preparación de las proporciones del sustrato.
- ***Pico:*** Herramienta utilizada en la extracción de tierra agrícola, turba; además, se utilizó para hacer los hoyos para la instalación de plantones.
- ***Tijera de podar:*** Se utilizó para podar las ramas de los plantones en el establecimiento.

- **Navaja:** Se utilizó para diferentes actividades.
- **Cordel:** Se utilizó para realizar el trazo de las camas de almácigo, camas de repique y trazo en el campo para la instalación.
- **Brocha:** Utilizado para realizar el marcado de las plantas a evaluarse.
- **Manguera:** Se utilizó para realizar las conexiones a los aspersores, para el riego de los plántones forestales.

2.2.5. OTROS

- **Cámara fotográfica:** Se utilizó para fotografiar las diferentes actividades realizadas durante la investigación.
- **Regla graduada de 60 cm:** Se utilizó para medir la altura de planta, longitud de raíces en la evaluación de plántones en el vivero.
- **Libreta de campo:** En ésta se registró todas las incidencias y evaluaciones suscitadas durante la investigación.
- **Lapiceros**

2.3. FACTORES EN ESTUDIO

2.3.1 EN PRODUCCIÓN DE PLANTONES

A. ESPECIES (e)

- e_1 = Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*)
- e_2 = Bolaina (*Guazuma crinita*)
- e_3 = Cedro (*Cedrela odorata*)
- e_4 = Pino rojo (*Shizolobium amazonicum*)

B. SUSTRATOS (s) Se probaron 7 tipos de sustratos. Los componentes de los sustratos fueron: tierra agrícola, arena fina y turba. Al sustrato s_2 , se adicionó guano de coqui y al sustrato s_3 se adicionó guano de islas, como se muestra en el cuadro 2.6.

Cuadro 2.6: Proporciones de los componentes de sustratos en estudio

Sustratos	Tierra agrícola	Arena	Turba	Guano de coqui
s_1	2.5	1.0	0.0	0.0
s_2	2.5	1.0	0.0	1.0
s_3	3.25	0.0	0.0	0.25**
s_4	2.0	1.0	0.5	0.0
s_5	1.5	1.0	1.0	0.0
s_6	1.0	1.0	1.5	0.0
s_7	0.5	1.0	2.0	0.0

** Proporción de guano de isla adicionado a la mezcla

Las características físicas y químicas de los sustratos utilizados se analizaron en el Laboratorio Suelos y Análisis Foliar "Nicolás Roulet" del Programa de Pastos de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, que se muestran en el cuadro 2.7.

C. FECHAS DE EVALUACIÓN (D)

Los parametros evaluados de crecimiento y desarrollo de las especies forestales estudiadas se evaluaron en tres fechas. Se detalla a continuación: primera evaluación (d_1) a los 30 días después del repique; segunda evaluación (d_2) a los 60 días después del repique; y la tercera evaluación (d_3) a los 90 días después del repique.

Cuadro 2.7: Características físicas y químicas de los sustratos en estudio

Parámetros analizados		Sustratos						
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇
Análisis mecánico (%)	Arena	62,50	78,50	47,50	62,50	70,00	70,00	75,00
	Limo	15,90	8,40	30,90	15,90	13,40	13,40	8,40
	Arcilla	21,60	19,10	21,60	21,60	16,60	16,60	16,60
Clase textural		Fco-arc-aren	Fco-arenoso	Francoso	Fco-arc-aren	Fco-arenoso	Fco-arenoso	Fco-arenoso
pH (H ₂ O)		7,30	7,20	7,60	7,60	7,60	7,50	7,60
Materia orgánica (%)		2,70	2,80	3,50	2,20	2,30	2,40	2,80
N Total (%)		0,13	0,14	0,17	0,11	0,12	0,12	0,14
Elementos disponibles (ppm)	P	30,80	76,80	77,20	42,50	24,80	22,60	11,50
	K	96,90	314,50	393,60	116,80	116,80	156,30	116,80
Cationes cambiables (meq/100g)	Ca ⁺⁺	18,50	10,50	13,70	13,30	14,40	14,00	14,00
	Mg ⁺⁺	0,40	0,20	0,70	0,40	0,20	0,20	0,20
	K ⁺	0,49	1,61	2,02	0,59	0,54	0,80	0,59
CIC ((meq/100g)		10,00	12,00	12,50	13,00	8,00	12,00	10,00

2.3.2. EN EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES EN TERRENO DEFINITIVO.

Los factores estudiados son especies (3) y localidades (3):

A. ESPECIES (e) Se realizó el estudio de tres especies forestales:

e₁ = Caoba (*Swietenia macrophylla*)

e₂ = Bolaina (*Guazuma crinita*)

e₃ = Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*)

B. LOCALIDADES (L):

l_1 = Arwimayo - Agua Dulce

l_2 = Quillabamba

l_3 = Cuculipampa – Huayrurupata

La evaluación de los parámetros de estudio se realizó a partir de los 60 días después de la plantación durante 6 meses, cada 30 días.

t_1 = 60 días

t_2 = 90 días

t_3 = 120 días

t_4 = 150 días

t_5 = 180 días

t_6 = 210 días

2.4. TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

A. PRODUCCIÓN DE PLANTONES

- Para la evaluación del % de emergencia de plántulas, se consideró 4 especies en estudio.

Cuadro 2.8: Tratamientos para la producción de plantones. Anco.

Tratamientos	Sustratos	Especies	Fechas de evaluación
1 $s_1 e_1 d_1$	s_1	e_1 : Eucalipto	d_1 : 30 días
2 $s_1 e_1 d_2$	s_1	e_1 : Eucalipto	d_2 : 60 días
3 $s_1 e_1 d_3$	s_1	e_1 : Eucalipto	d_3 : 90 días
4 $s_1 e_2 d_1$	s_1	e_2 : Bolaina	d_1 : 30 días
5 $s_1 e_2 d_2$	s_1	e_2 : Bolaina	d_2 : 60 días
6 $s_1 e_2 d_3$	s_1	e_2 : Bolaina	d_3 : 90 días

Continúa...

Continúa Cuadro 2.8

7	s ₁ e ₃ d ₁	s ₁	e ₃ : Cedro	d ₁ : 30 días
8	s ₁ e ₃ d ₂	s ₁	e ₃ : Cedro	d ₂ : 60 días
9	s ₁ e ₃ d ₃	s ₁	e ₃ : Cedro	d ₃ : 90 días
10	s ₁ e ₄ d ₁	s ₁	e ₄ : Pino rojo	d ₁ : 30 días
11	s ₁ e ₄ d ₂	s ₁	e ₄ : Pino rojo	d ₂ : 60 días
12	s ₁ e ₄ d ₃	s ₁	e ₄ : Pino rojo	d ₃ : 90 días
13	s ₂ e ₁ d ₁	s ₂	e ₁ : Eucalipto	d ₁ : 30 días
14	s ₂ e ₁ d ₂	s ₂	e ₁ : Eucalipto	d ₂ : 60 días
15	s ₂ e ₁ d ₃	s ₂	e ₁ : Eucalipto	d ₃ : 90 días
16	s ₂ e ₂ d ₁	s ₂	e ₂ : Bolaina	d ₁ : 30 días
17	s ₂ e ₂ d ₂	s ₂	e ₂ : Bolaina	d ₂ : 60 días
18	s ₂ e ₂ d ₃	s ₂	e ₂ : Bolaina	d ₃ : 90 días
19	s ₂ e ₃ d ₁	s ₂	e ₃ : Cedro	d ₁ : 30 días
20	s ₂ e ₃ d ₂	s ₂	e ₃ : Cedro	d ₂ : 60 días
21	s ₂ e ₃ d ₃	s ₂	e ₃ : Cedro	d ₃ : 90 días
22	s ₂ e ₄ d ₁	s ₂	e ₄ : Pino rojo	d ₁ : 30 días
23	s ₂ e ₄ d ₂	s ₂	e ₄ : Pino rojo	d ₂ : 60 días
24	s ₂ e ₄ d ₃	s ₂	e ₄ : Pino rojo	d ₃ : 90 días
25	s ₃ e ₁ d ₁	s ₃	e ₁ : Eucalipto	d ₁ : 30 días
26	s ₃ e ₁ d ₂	s ₃	e ₁ : Eucalipto	d ₂ : 60 días
27	s ₃ e ₁ d ₃	s ₃	e ₁ : Eucalipto	d ₃ : 90 días
28	s ₃ e ₂ d ₁	s ₃	e ₂ : Bolaina	d ₁ : 30 días
29	s ₃ e ₂ d ₂	s ₃	e ₂ : Bolaina	d ₂ : 60 días
30	s ₃ e ₂ d ₃	s ₃	e ₂ : Bolaina	d ₃ : 90 días
31	s ₃ e ₃ d ₁	s ₃	e ₃ : Cedro	d ₁ : 30 días
32	s ₃ e ₃ d ₂	s ₃	e ₃ : Cedro	d ₂ : 60 días
33	s ₃ e ₃ d ₃	s ₃	e ₃ : Cedro	d ₃ : 90 días
34	s ₃ e ₄ d ₁	s ₃	e ₄ : Pino rojo	d ₁ : 30 días
35	s ₃ e ₄ d ₂	s ₃	e ₄ : Pino rojo	d ₂ : 60 días
36	s ₃ e ₄ d ₃	s ₃	e ₄ : Pino rojo	d ₃ : 90 días

Continúa...

Continúa Cuadro 2.8

37	s ₄ e ₁ d ₁	s ₄	e ₁ : Eucalipto	d ₁ : 30 días
38	s ₄ e ₁ d ₂	s ₄	e ₁ : Eucalipto	d ₂ : 60 días
39	s ₄ e ₁ d ₃	s ₄	e ₁ : Eucalipto	d ₃ : 90 días
40	s ₄ e ₂ d ₁	s ₄	e ₂ : Bolaina	d ₁ : 30 días
41	s ₄ e ₂ d ₂	s ₄	e ₂ : Bolaina	d ₂ : 60 días
42	s ₄ e ₂ d ₃	s ₄	e ₂ : Bolaina	d ₃ : 90 días
43	s ₄ e ₃ d ₁	s ₄	e ₃ : Cedro	d ₁ : 30 días
44	s ₄ e ₃ d ₂	s ₄	e ₃ : Cedro	d ₂ : 60 días
45	s ₄ e ₃ d ₃	s ₄	e ₃ : Cedro	d ₃ : 90 días
46	s ₄ e ₄ d ₁	s ₄	e ₄ : Pino rojo	d ₁ : 30 días
47	s ₄ e ₄ d ₂	s ₄	e ₄ : Pino rojo	d ₂ : 60 días
48	s ₄ e ₄ d ₃	s ₄	e ₄ : Pino rojo	d ₃ : 90 días
49	s ₅ e ₁ d ₁	s ₅	e ₁ : Eucalipto	d ₁ : 30 días
50	s ₅ e ₁ d ₂	s ₅	e ₁ : Eucalipto	d ₂ : 60 días
51	s ₅ e ₁ d ₃	s ₅	e ₁ : Eucalipto	d ₃ : 90 días
52	s ₅ e ₂ d ₁	s ₅	e ₂ : Bolaina	d ₁ : 30 días
53	s ₅ e ₂ d ₂	s ₅	e ₂ : Bolaina	d ₂ : 60 días
54	s ₅ e ₂ d ₃	s ₅	e ₂ : Bolaina	d ₃ : 90 días
55	s ₅ e ₃ d ₁	s ₅	e ₃ : Cedro	d ₁ : 30 días
56	s ₅ e ₃ d ₂	s ₅	e ₃ : Cedro	d ₂ : 60 días
57	s ₅ e ₃ d ₃	s ₅	e ₃ : Cedro	d ₃ : 90 días
58	s ₅ e ₄ d ₁	s ₅	e ₄ : Pino rojo	d ₁ : 30 días
59	s ₅ e ₄ d ₂	s ₅	e ₄ : Pino rojo	d ₂ : 60 días
60	s ₅ e ₄ d ₃	s ₅	e ₄ : Pino rojo	d ₃ : 90 días
61	s ₆ e ₁ d ₁	s ₆	e ₁ : Eucalipto	d ₁ : 30 días
62	s ₆ e ₁ d ₂	s ₆	e ₁ : Eucalipto	d ₂ : 60 días
63	s ₆ e ₁ d ₃	s ₆	e ₁ : Eucalipto	d ₃ : 90 días
64	s ₆ e ₂ d ₁	s ₆	e ₂ : Bolaina	d ₁ : 30 días
65	s ₆ e ₂ d ₂	s ₆	e ₂ : Bolaina	d ₂ : 60 días
66	s ₆ e ₂ d ₃	s ₆	e ₂ : Bolaina	d ₃ : 90 días

Continúa...

Continúa Cuadro 2.8

67	s ₆ e ₃ d ₁	s ₆	e ₃ : Cedro	d ₁ : 30 días
68	s ₆ e ₃ d ₂	s ₆	e ₃ : Cedro	d ₂ : 60 días
69	s ₆ e ₃ d ₃	s ₆	e ₃ : Cedro	d ₃ : 90 días
70	s ₆ e ₄ d ₁	s ₆	e ₄ : Pino rojo	d ₁ : 30 días
71	s ₆ e ₄ d ₂	s ₆	e ₄ : Pino rojo	d ₂ : 60 días
72	s ₆ e ₄ d ₃	s ₆	e ₄ : Pino rojo	d ₃ : 90 días
73	s ₇ e ₁ d ₁	s ₇	e ₁ : Eucalipto	d ₁ : 30 días
74	s ₇ e ₁ d ₂	s ₇	e ₁ : Eucalipto	d ₂ : 60 días
75	s ₇ e ₁ d ₃	s ₇	e ₁ : Eucalipto	d ₃ : 90 días
76	s ₇ e ₂ d ₁	s ₇	e ₂ : Bolaina	d ₁ : 30 días
77	s ₇ e ₂ d ₂	s ₇	e ₂ : Bolaina	d ₂ : 60 días
78	s ₇ e ₂ d ₃	s ₇	e ₂ : Bolaina	d ₃ : 90 días
79	s ₇ e ₃ d ₁	s ₇	e ₃ : Cedro	d ₁ : 30 días
80	s ₇ e ₃ d ₂	s ₇	e ₃ : Cedro	d ₂ : 60 días
81	s ₇ e ₃ d ₃	s ₇	e ₃ : Cedro	d ₃ : 90 días
82	s ₇ e ₄ d ₁	s ₇	e ₄ : Pino rojo	d ₁ : 30 días
83	s ₇ e ₄ d ₂	s ₇	e ₄ : Pino rojo	d ₂ : 60 días
84	s ₇ e ₄ d ₃	s ₇	e ₄ : Pino rojo	d ₃ : 90 días

B. ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES

- Se consideró un total de 48 tratamientos, distribuidos en cada localidad, según el Cuadro 2.9.

Cuadro 2.9: Tratamientos en el establecimiento de tres especies forestales.

Localidad (l)	Tratamiento	Especies (e)	Tiempo (t)
ARWIMAYO (I ₁)	1 e ₁ t ₁	e ₁ : Caoba	t ₁
	2 e ₁ t ₂		t ₂
	3 e ₁ t ₃		t ₃
	4 e ₁ t ₄		t ₄
	5 e ₁ t ₅		t ₅
	6 e ₁ t ₆		t ₆
	7 e ₂ t ₁	e ₂ : Bolaina	t ₁
	8 e ₂ t ₂		t ₂
	9 e ₂ t ₃		t ₃
	10 e ₂ t ₄		t ₄
	11 e ₂ t ₅		t ₅
	12 e ₂ t ₆		t ₆
QUILLABAMBA (I ₂)	13 e ₁ t ₁	e ₁ : Caoba	t ₁
	14 e ₁ t ₂		t ₂
	15 e ₁ t ₃		t ₃
	16 e ₁ t ₄		t ₄
	17 e ₁ t ₅		t ₅
	18 e ₁ t ₆		t ₆
	19 e ₂ t ₁	e ₂ : Bolaina	t ₁
	20 e ₂ t ₂		t ₂
	21 e ₂ t ₃		t ₃
	22 e ₂ t ₄		t ₄
	23 e ₂ t ₅		t ₅
	24 e ₂ t ₆		t ₆
	25 e ₃ t ₁	e ₃ : Eucalipto rosado	t ₁
	26 e ₃ t ₂		t ₂
	27 e ₃ t ₃		t ₃
	28 e ₃ t ₄		t ₄
	29 e ₃ t ₅		t ₅
	30 e ₃ t ₆		t ₆
CUCULIPAMPA (I ₃)	31 e ₁ t ₁	e ₁ : Caoba	t ₁
	32 e ₁ t ₂		t ₂
	33 e ₁ t ₃		t ₃
	34 e ₁ t ₄		t ₄
	35 e ₁ t ₅		t ₅
	36 e ₁ t ₆		t ₆
	37 e ₂ t ₁	e ₂ : Bolaina	t ₁
	38 e ₂ t ₂		t ₂
	39 e ₂ t ₃		t ₃
	40 e ₂ t ₄		t ₄
	41 e ₂ t ₅		t ₅
	42 e ₂ t ₆		t ₆
	43 e ₃ t ₁	e ₃ : Eucalipto rosado	t ₁
	44 e ₃ t ₂		t ₂
	45 e ₃ t ₃		t ₃
	46 e ₃ t ₄		t ₄
	47 e ₃ t ₅		t ₅
	48 e ₃ t ₆		t ₆

2.5. VARIABLES EVALUADAS

A) En la producción de plántones

- 1) **Porcentaje de emergencia:** Se evaluó las plántulas que aparecían sobre la superficie de las camas de germinación, en un área determinada para cada especie, hasta los 45 días de la siembra.
- 2) **Altura de planta:** Con ayuda de la regla graduada, se midió 10 plantas al azar de cada repetición en forma mensual a partir del primer mes (30 días) después del repique, desde el cuello de la planta hasta el ápice.
- 3) **Diámetro de tallo:** Se midió 10 plantas con la ayuda de un vernier a la mitad de la altura del tallo de planta, cada 30 días.
- 4) **Sanidad:** La evaluación fue periódica para determinar los daños que pudieran ocasionar tanto las plagas como las enfermedades.
- 5) **Lignificación:** Se evaluó a partir de los dos meses del repique, ejerciendo presión a través de las uñas de los dedos índice y pulgar de la mano. De acuerdo a la resistencia, se determinó la lignificación.
- 6) **Peso fresco final:** Se realizó el pesaje total de la parte aérea y radicular de la planta. Para lo cual se extrajo un plánton por repetición.
- 7) **El número, peso, tamaño y diámetro de raíces:** Se evaluó a partir de los 30 días del repique, en forma mensual; utilizando, para ello, una balanza, una regla graduada y un vernier
- 8) **Número de hojas:** Se contó el número de hojas de 10 plantas al azar, por repetición, cada 30 días. Realizando en las mismas plantas utilizadas para la medición de altura.

En total, se hicieron tres evaluaciones en la producción de plántones forestales en el vivero.

B) En el establecimiento de plantaciones forestales

- 1) **Porcentaje de establecimiento:** Se evaluó a partir de los 60 días después de la plantación en terreno definitivo, en forma mensual,

considerando el estado de la planta.

- 2) **Altura de la planta y diámetro del tallo:** Se midió 10 plantas al azar por repetición, en forma mensual, a partir del segundo mes después del trasplante, con la ayuda de la regla graduada y un vernier, desde el cuello de la planta hasta el ápice.
- 3) **La sobrevivencia y sanidad de las plantas:** Se evaluaron periódicamente para constatar ataques de enfermedades y plagas.

2.6. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

Durante la ejecución del proyecto, las actividades se desarrollaron como se describe a continuación:

2.6.1 EN VIVERO

- a. **Obtención de semillas:** Las semillas de Cedro (*Cedrela odorata*) y Bolaina (*Guazuma crinita*) se obtuvieron del Banco Nacional de Semillas Tropicales. La semillas del Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) se obtuvieron de la Empresa Arborizaciones SRL. Los simientes de Pino rojo (*Shizolobium amazonicum*) se obtuvieron de árboles semilleros seleccionados por el personal del proyecto Desarrollo Productivo e Instalación de Vivero Frutícola Forestal y Agroforestal.
- b. **Camas de almácigo:** Se utilizó las camas germinadoras del Vivero de Arwimayo, cuya dimensión es de 1 m de ancho por 5 m de largo, cama sobre el nivel del suelo (15 cm). El sustrato utilizado fue la proporción de una parte de tierra agrícola y una parte de arena fina vaciado encima de una capa de piedras pequeñas (para el drenaje). La desinfección de este sustrato se realizó utilizando Formol al 40% en la cantidad de 250 ml/15 lt de agua, con esto se desinfectó 5 m² de germinador, con una mochila de fumigar, la cual se cubrió con mica sellando herméticamente por un período de tres días; posterior a ello, se expuso al ambiente con riegos frecuentes para lixiviar los residuos. Luego se procedió al nivelado y riego ligero antes de la siembra.

- c. Tratamientos pregerminativos:** Esta labor se realizó sólo en semillas de Pino rojo, los cuales se remojaron en agua fría durante 24 horas.
- d. Desinfección de semillas:** Se realizó como una actividad preventiva utilizando el fungicida "Parachupadera", contra la chupadera fungosa. Se preparó en un recipiente, un litro de agua más una cucharada del fungicida; luego de homogeneizar, se vertieron las semillas de Cedro (*Cedrela odorata*), Bolaina (*Guazuma crinita*), Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) y Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*), por un periodo de 15 minutos, hasta adquirir una coloración rosada. Se procedió a la siembra, previo secado bajo sombra
- e. Almacigado** El almacigado de Bolaina (*Guazuma crinita*) y Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) se realizó al voleo; y el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) y el Cedro (*Cedrela odorata*) en surcos distanciados a 5 cm. Luego, se taparon con el mismo sustrato, a una profundidad de dos veces su diámetro; finalmente, se compactaron con la ayuda de una madera para que el sustrato entre en contacto directo con las semillas, de manera que soporten los riegos y no afloren. El tinglado fue a base de materiales de la zona (hojas de palma) que permitían el paso del 50% de la luz solar.
- f. Riegos en almácigo:** Se realizó 24 horas antes de la siembra e inmediatamente después de esta labor. Durante todo el proceso los riegos se realizaron por las tardes a partir de las 5 p.m.; la programación fue de acuerdo a las condiciones climáticas. Se trató de mantener el sustrato del germinador a capacidad de campo.
- g. Camas de crianza:** Se utilizó una cama de crianza de 20 m de largo por 1.1 m de ancho, provista de un tinglado con 50% de ingreso de luz solar. La orientación de la cama de crianza fue de Este a Oeste.
- h. Preparación de sustratos:** Se inició con el zarandeo de la tierra agrícola y turba con el objeto de limpiar impurezas y piedras de mayor tamaño; posteriormente, con ayuda de una carretilla, se prepararon las proporciones de

los tipos de sustrato a evaluarse, los cuales se mezclaron completamente.

- i. **Embolsado:** Se llenaron completamente las bolsas de polietileno de color negro de 4 x 7" con los diferentes sustratos. Para cada tipo de sustrato, se utilizaron 320 bolsas y 2240 bolsas en todos los sustratos evaluados.
- j. **Enfilado:** Las bolsas llenas de sustrato se colocaron en forma lineal y verticalmente en la cama de crianza. Se colocó 16 bolsas en el ancho por 140 filas a lo largo de la cama, separando cada 5 filas.
- k. **Repique:** Previo a esta labor, se realizó el riego de las bolsas. La extracción de plántulas del germinador se realizó regadas 24 horas antes. Una vez extraídas las plántulas, se efectuó la selección y poda de las raíces. El traslado se hizo con la ayuda de un balde pequeño (5 Lt) con agua y media cucharada de Ridomil, con la finalidad de prevenir el ataque de hongos. Con el repicador, se efectuó un hoyuelo en el centro de la bolsa con sustrato, en ésta se colocó la plántula a nivel del cuello, sin doblar las raíces. Procediéndose luego a llenar el hoyuelo con el sustrato húmedo, presionando al sustrato alrededor de la plántula para que entre las raíces en contacto directo. Finalmente, se aplicó riego ligero. En la cama de crianza, permanecieron hasta los 90-100 días.
 - El Cedro tropical tenía 2 a 3 cm de altura de tallo y con hojas cotiledonares que alcanzaron a los 18 días de ser almacigado. La fecha de repique fue el 1 de diciembre de 2006.
 - El Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) se repicó con una altura de tallo de 2 a 3 cm y con 2 y 3 pares de hojas verdaderas, características que alcanzaron a los 15 días del almacigado. El repique se realizó el 24 de noviembre de 2006.
 - La Bolaina blanca (*Guazuma crinita*) se repicó con una altura de tallo promedio de 3 cm y con 1 y 2 pares de hojas verdaderas, que se obtuvo a los 15 días después del almacigado. Dicha actividad se realizó el 24 de noviembre de 2006.
 - El Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) se repicó con 4 foliolos y altura

selección de plántones en el vivero fue rigurosa, es así que las especies en tratamiento se seleccionaron con las siguientes características:

- Bolaina blanca (*Guazuma crinita*), una altura promedio de 30 cm y diámetro de tallo promedio de 0.35 cm, buen vigor y lignificación media.
- Caoba (*Swietenia macrophylla*), altura promedio de 25 cm, diámetro de tallo promedio de 0.40 cm, lignificación media y de buen vigor.
- Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*), altura promedio 35 cm, diámetro de tallo promedio de 0.35 cm, lignificación alta y buen vigor.

3. La plantación se realizó colocando en el fondo del hoyo el suelo orgánico y posteriormente el plánton, previamente se le sacó la bolsa y se le realizó la poda de las raíces. El plánton se colocó en forma vertical, poniendo en contacto sus raíces con la capa de suelo recién removida; procediendo luego a rellenar el hoyo para finalmente apisonar desde el borde del hoyo hacia el centro, de manera que el suelo quede en contacto directo con las raíces evitando así las bolsas de aire que perjudiquen en el momento del riego. Las fechas de instalación de los plántones en campo definitivo fueron las siguientes:

- En Arwimayo (I_1), las parcelas agroforestales se instalaron el 07 de febrero de 2006.
- En Quillabamba (I_2), las parcelas agroforestales se instalaron el 22 de febrero de 2006.
- En Cuculipampa (I_3), las parcelas agroforestales se instalaron el 22 de febrero de 2006.

4. Las parcelas agroforestales durante el proceso de evaluación estuvieron limpias, sin malezas, producto del control de malezas brindado por el beneficiario

5. La evaluación del establecimiento de los plántones de acuerdo a los parámetros de crecimiento establecidos se realizó durante seis meses.

2.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

- Para el estudio de la producción de plántones forestales en el vivero, se utilizó

el Diseño Estadístico Completamente Randomizado con ochenta y cuatro (84) tratamientos y 4 repeticiones de 20 muestras por unidad experimental.

El modelo matemático fue el siguiente:

$$X_{ijk} = \mu + S_i + e_j + d_k + (sxe)_{ij} + (sxd)_{ik} + (exd)_{jk} + (s \times e \times d)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

- X_{ijk} : Observación del i-ésimo sustrato, j-ésimo especie, k-ésimo día y l-ésimo repetición.
- μ : Promedio de las unidades experimentales.
- s_i : Efecto del factor sustrato.
- e_j : Efecto del factor especie.
- d_k : Efecto de factor días de evaluación.
- $(sxe)_{ij}$: Efecto de la interacción de los factores sustrato y especie.
- $(sxd)_{ik}$: Efecto de la interacción de los factores sustrato y días de evaluación.
- $(exd)_{jk}$: Efecto de la interacción de los factores especie y días de evaluación.
- $(s \times e \times d)_{ijk}$: Efecto de la triple interacción de los factores sustrato, especie y días de evaluación.
- ε_{ijkl} : Error experimental.

- Para la evaluación del establecimiento de plántones forestales, también se utilizó el Diseño Estadístico Completamente Randomizado con 48 tratamientos y seis momentos de evaluación, con 40 muestras por repetición y experimentos repetidos en tres (3) zonas.

El modelo matemático fue el siguiente:

$$X_{ijk} = \mu + e_i + d_j + (e \times t)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- X_{ijk} : Observación del i-ésimo especie, j-ésimo día, k-ésimo repetición.

- μ : Promedio de las unidades experimentales.
- E_j : Efecto del factor especie.
- D_k : Efecto de factor días de evaluación.
- $(ExD)_{ij}$: Efecto de la interacción de los factores especie y días de evaluación.
- e_{ijkl} : Error experimental.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. EMERGENCIA DE PLÁNTULAS

Cuadro 3.1: Plántulas emergidas de cuatro especies forestales, evaluadas hasta los 45 días en Vivero de Arwimayo-Anco 780 m.s.n.m.

	Pino rojo	Bolaina	Eucalipto	Cedro
Total	490	467	201	192
Promedio	163	156	67	64
(%)	65,3	77,8	67,0	64,0

En el cuadro 3.1 y gráfico 3.1, se muestra el porcentaje de plántulas emergidas de las especies estudiadas; donde se puede observar que la especie Bolaina (*Guazuma crinita*) presenta el mayor porcentaje (77.80%), que representa 467 plántulas; seguido del Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*), con 67% (201 plántulas); el Pino rojo (*Shizolobium amazonicum*), con 65.3% (490 plántulas); y, finalmente, el Cedro (*Cedrela odorata*), con 64% (192 plántulas). Según Solano (2004), significan valores altos para la actividad forestal, lo cual corrobora Reynel

(2003), quien menciona que una semilla de Bolaina (*Guazuma crinita*) fresca tiene un poder germinativo de 80 a 90 %.

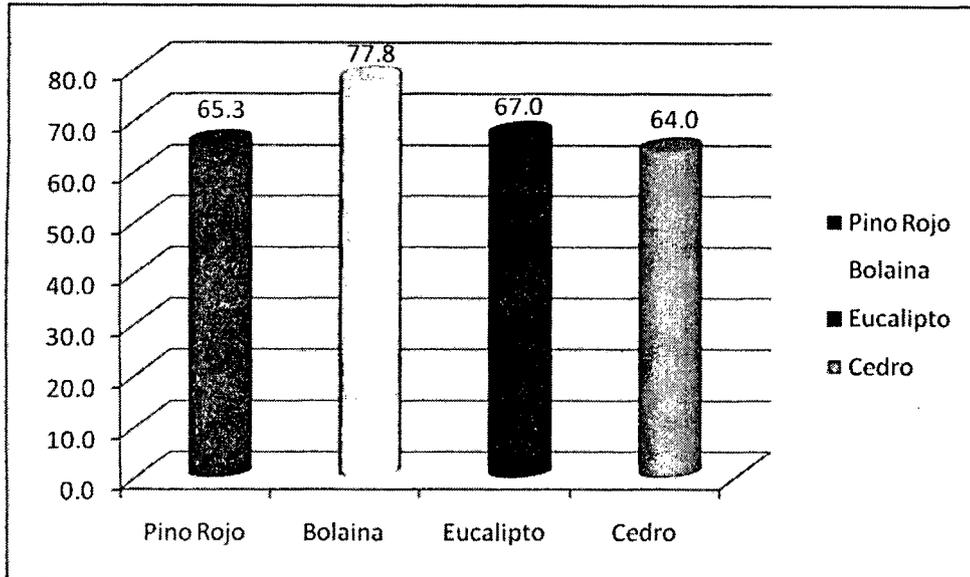


Gráfico 3.1: Porcentaje de emergencia de plántulas de cuatro especies forestales en Vivero de Arwimayo-Anco, 780 m.s.n.m.

3.2. PRECOCIDAD EN LA EMERGENCIA DE PLÁNTULAS

En el Anexo 1, se observa los resultados de la emergencia de las plántulas, donde se puede observar que la Bolaina (*Guazuma crinita*) y Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) emergieron a los 6 días; el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*), a los 9; y el Cedro (*Cedrela odorata*) a los 12 días después de la siembra. Por lo tanto, las especies de semillas pequeñas son más precoces que aquellas de mayor tamaño y de cutícula gruesa.

Al comparar con otros trabajos similares, podemos señalar que se encuentran dentro de los valores hallados. Por ejemplo, Meskimen y Francis (1990) mencionan que el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) emerge de 7 a 14 días después del almacigado; del mismo modo INIFAP (2008), menciona que el Cedro (*Cedrela odorata*) se reproduce fácilmente por semilla y la germinación ocurre de 6 a 10 días con tratamiento pregerminativo (remojo en agua por 24 horas). La germinación del Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) se inicia a los 6

días de la siembra y finaliza a los 45 días luego de ésta (Pereira y otros 1982), mencionado por Reynel (2003).

3.3. CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS PLANTONES

A. CRECIMIENTO DE TALLOS Y HOJAS EN EL VIVERO

El ANVA de los parámetros evaluados en el crecimiento de tallos y hojas de las especies en estudio (Cuadro 3.2), muestra diferencia estadística altamente significativa para la triple interacción entre sustratos (s), especies (e) y días de evaluación (t) en la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas verdaderas y peso fresco total de la planta. Por la cantidad de datos que se maneja, no se realizaron las pruebas de Tukey de los efectos simples; en cambio, se utilizó la metodología de los promedios altos y gráficos, con la que se determinó el mejor sustrato en cada parámetro de evaluación estudiado, los mismos que se presentan a continuación:

Cuadro 3.2: Cuadrados medios del análisis de variancia de Días de crecimiento de tallos y hojas en vivero de cuatro especies forestales para diferentes sustratos. Arwimayo-Anco, 780 m.s.n.m. La Mar, Ayacucho.

F de V	G L	Cuadrados medios			
		Altura de planta	Diámetro de tallo	Número de hojas	Peso total
Sustrato	6	394,11 **	0,0132 **	3450,02 **	26,41 **
Especie	3	3735,55 **	0,2024 **	591288,97 **	29,05 **
Días	2	9252,53 **	0,5965 **	159901,82 **	1077,52 **
Sus x Espe	18	90,15 **	0,0022 **	2453,57 **	3,52 **
Sus x Días	12	105,95 **	0,0029 **	783,67 **	6,13 **
Espe x Días	6	1089,36 **	0,0053 **	89274,57 **	13,22 **
Sus x Espe x Días	36	22,44 **	0,0012 **	716,21 **	2,43 **
Error	252	1,01	0,0006	16,30	0,34
Total	335				
CV (%)		6,1	11,58	6,07	14,71

A.1. ALTURA DE PLANTA

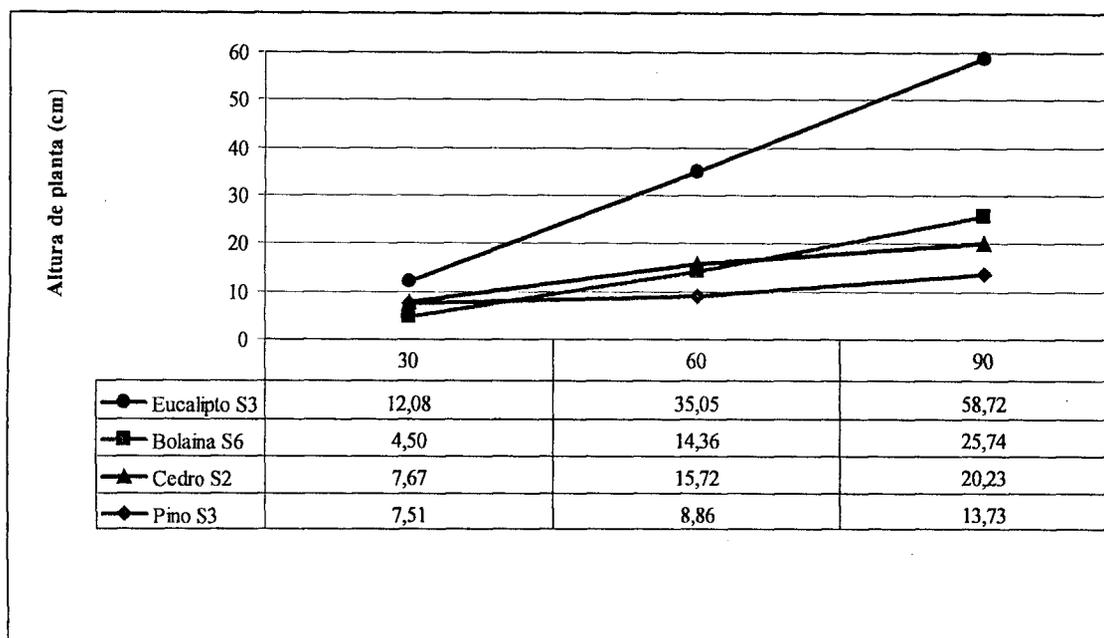


Figura 3.1: Altura en plantones de Eucalipto rosado, Bolaina, Cedro y Pino rojo en Vivero de Arwimayo-Anco, 780 m.s.n.m. La Mar, Ayacucho

La Figura 3.1 muestra los promedios de altura de planta de las especies en estudio. Se puede observar que el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) alcanzó 58.72 cm de altura a los 90 días después del repique con el sustrato s₃ compuesto por 3.25 de tierra agrícola y 0.25 de guano de islas. La Bolaina (*Guazuma crinita*) alcanzó, a los 90 días, una altura promedio de 25.74 cm con el sustrato s₆, compuesto por 1.0 de tierra agrícola, 1.0 de arena y 1.5 de turba; mientras que el Cedro (*Cedrela odorata*) alcanzó 20.23 cm. a los 90 días después del repique con el sustrato s₂ integrado por 2.5 de tierra agrícola, 1.0 de arena y 1.0 de estiércol de coquí; el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) alcanzó una altura promedio de 13.73 cm a los 90 días después del repique con el sustrato s₃, compuesto por 3.25 de tierra agrícola y 0.25 de guano de islas.

Además, merece señalar que el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) alcanza una altura óptima sólo a los 60 días, por lo que podemos indicar que se trata de una especie precoz y que aprovechó eficientemente los nutrientes disponibles del sustrato. Mientras que la Bolaina (*Guazuma crinita*), y el Cedro (*Cedrela odorata*) alcanzan, a los 90 días del repique, el tamaño mínimo ideal para llevar

campo definitivo. El pino en estas condiciones se comportó como una especie tardía, posiblemente porque el sustrato compatible posee otra composición y el 50% menos de luz del tinglado.

Comparando con valores encontrados en trabajos similares, podemos señalar que se encuentran dentro de los rangos obtenidos. Así, tenemos por ejemplo, que INIFAP (2008) menciona que en los viveros, las plantas de cedro se dejan crecer por un periodo aproximado de 3 meses, alcanzando una altura de 25 a 35 cm. Las plántulas de Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*), usualmente, se cultivan hasta una altura de 20 a 30 cm, lo que toma entre 3 y 5 meses, mencionado por Meskimen y Francis (1990). El Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) alcanza los 20-30 cm a los 60 días de la siembra (Pereira *et al.*, 1982), mencionado por Reynel (2003). Mientras que FONDEBOSQUE (2007) nos dice que la altura ideal de plantones de buena calidad, se encuentra en promedio entre los 20 a 30 cm; además, García (2007) menciona que un plantón de Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) de la clase 1 tiene una altura de 41 a 60 cm, valor compatible con el obtenido en el presente trabajo.

A.2 DIÁMETRO DE TALLO

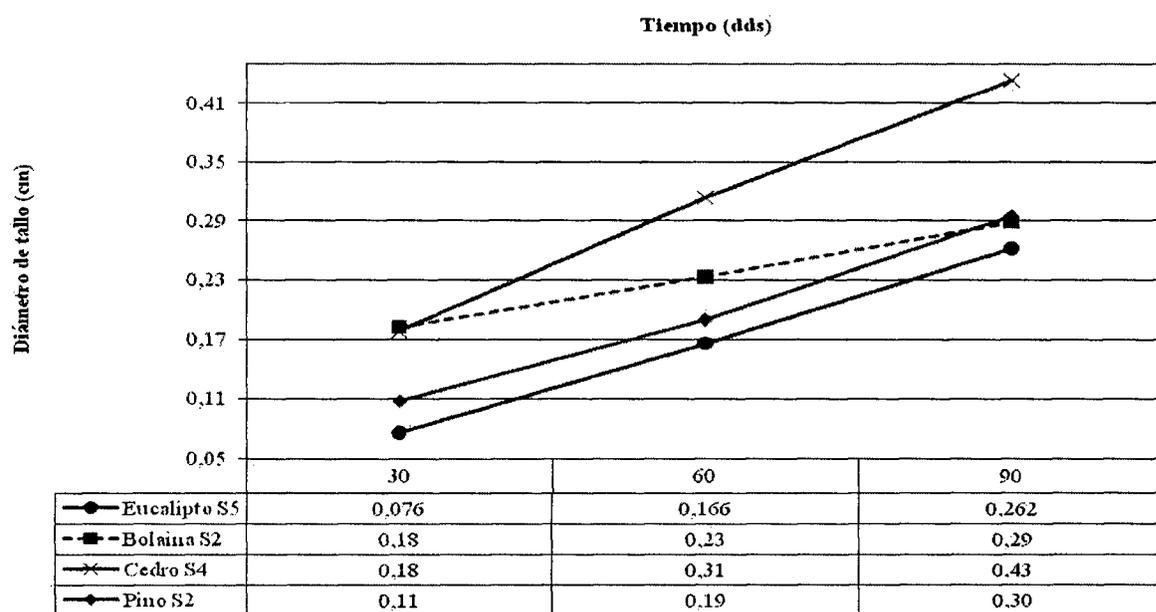


Figura 3.2: Diámetro de tallo en plantones de Eucalipto rosado, Bolaina, Cedro y Pino en Vivero de Arwimayo-Anco, 780 m.s.n.m. La Mar, Ayacucho

alcanzó, en promedio, 381 foliolos con el sustrato s_2 , a los 90 días del repique; el Cedro (*Cedrela odorata*), en el sustrato s_3 , alcanzó 81 foliolos; el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) emitió en promedio 20 hojas verdaderas a los 60 días de repique en el sustrato s_2 , mientras al ser evaluado a los 90 días, se evaluó sólo 16 hojas verdaderas. En cuanto se refiere a la Bolaina (*Guazuma crinita*), obtuvo el mayor número de hojas (18) con el sustrato s_4 , a los 60 días, reduciéndose a 15 hojas verdaderas a los 90 días.

Esta situación se presenta generalmente cuando se realiza una remoción de plántones acompañado de una poda de raíces, produciendo un shock en la planta; lo cual le “obliga” a perder hojas para disminuir las necesidades de sustancias alimenticias, ya que “se da cuenta” haber perdido sus raíces, órganos vitales encargadas de absorber los nutrientes y el agua necesarios para la generación de su alimento.

En cambio, en el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) y el Cedro (*Cedrela odorata*), la emisión de hojas verdaderas durante el periodo de crecimiento fue constante como se observa en la figura 3.3, tal como mencionan Diehl y Mateo (1973), “...que el crecimiento de los vegetales es el aumento más o menos continuado del tamaño, volumen o del peso de la planta en el transcurso de su vida”.

Asimismo, podemos concluir en que existe una relación directa, aunque no proporcional, entre crecimiento en altura y raíces, tal como podemos observar en las curvas para el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) y Bolaina (*Guazuma crinita*).

A.4. PESO FRESCO TOTAL

En la figura 3.4, se presentan los valores del peso fresco total de los plántones, donde se observa que el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) presenta el mayor valor (10.4 grs) respecto a las otras especies, seguido de la Bolaina (*Guazuma crinita*), con 8.7 grs; el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) con 8.1

grs; y, finalmente, el Cedro (*Cedrela odorata*) con apenas 8.0 grs. Además, podemos mencionar que existe diferencia entre el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) y las demás especies. Asimismo, señalaremos que existe una relación directa entre el tamaño de la planta y su peso fresco. Situación que es corroborada por Diehl y Mateo (1973), cuando indican "...que el crecimiento de los vegetales es el aumento más o menos continuado del tamaño, volumen o del peso de la planta en el transcurso de su vida".

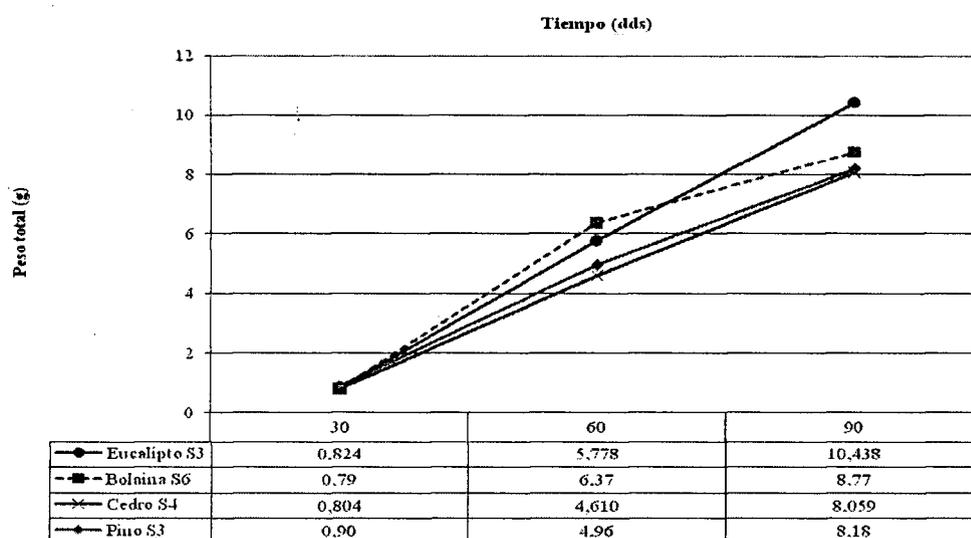


Figura 3.4: Peso total de plántones de Eucalipto rosado, Bolina, Cedro y Pino en Vivero Arwimayo-Anco, 780 m.s.n.m. La Mar, Ayacucho

B. CRECIMIENTO DE RAÍCES

El cuadro 3.3, muestra el ANVA del crecimiento de las raíces en la producción de plántones en el vivero, se obtiene una diferencia estadística altamente significativa en la triple interacción entre sustratos (s), especies forestales (e) y días de evaluación (t) en el número de raíces, longitud de raíz, diámetro de raíz y peso fresco de raíz. Para determinar el mejor sustrato y el tiempo adecuado para el crecimiento de las raíces de las especies en estudio, se utilizaron los mejores promedios para cada parámetro, los cuales se muestran a continuación.

Cuadro 3.3: Cuadrados medios del análisis de variancia de los caracteres de raíz en vivero de cuatro especies en diferentes sustratos por días de evaluación. Arwimayo-Anco, 780 m.s.n.m. La Mar, Ayacucho

F de V	G L	Cuadrados medios			
		Número de raíces	Longitud de raíz	Diámetro de raíz	Peso de raíz
Substrato	6	94,76 **	6481,11 **	0,00047 **	2,00 **
Especie	3	4611,12 **	67316,48 **	0,00233 **	7,09 **
Días	2	14748,77 **	1007490,43 **	0,00404 **	122,13 **
Subs x Espe	18	96,63 **	5158,96 **	0,00012 **	0,64 **
Subs x Días	12	91,51 **	5548,46 **	0,00011 **	0,84 **
Espe x Días	6	969,41 **	48297,09 **	0,00272 **	4,00 **
Subs x Espe x Días	36	86,34 **	4693,10 **	0,00011 **	0,56 **
Error	252	14,94	1032,74	0,00005	0,09
Total	335				
CV (%)		17,45	19,34	21,14	21,15

B.1. NÚMERO DE RAÍCES

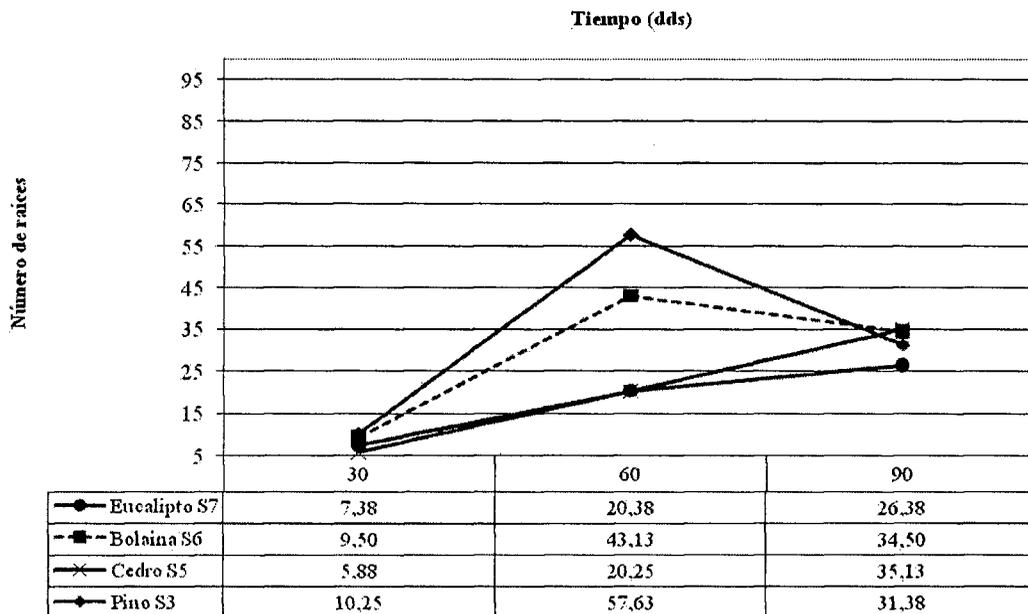


Figura 3.5: Número de raíces en plántones de Eucalipto rosado, Bolaina, Cedro y Pino en Vivero de Arwimayo-Anco, 780 m.s.n.m. La Mar, Ayacucho

La figura 3.5, muestra los mejores promedios obtenidos por las especies estudiadas en los sustratos y en los días de evaluación. El número de raíces emitidas por el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) durante los primeros 60 días es 58 raíces, en promedio en el sustrato s₃, pero a partir de allí desciende encontrándose 31 raíces a los 90 días de evaluación. La Bolaina (*Guazuma crinita*) tiene el mismo comportamiento de la especie anterior llegando a los 60 días de evaluación, con un promedio de 43 raíces; a los 90 días de evaluación, desciende a 35 raíces en el sustrato s₆. En el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*), la cantidad de raíces asciende a 26 raíces a los 90 días del repique, en el sustrato s₇.

Situación similar sucede con el Cedro (*Cedrela odorata*), alcanzando 35 raíces a los 90 días en el sustrato s₅. El número de raíces influye en la capacidad de absorción de nutrientes y agua por la planta. El número de raíces responde a que el crecimiento de los vegetales es el aumento más o menos continuado del tamaño, del volumen o del peso de la planta en el transcurso de su vida, mencionado por Diehl y Mateo (1973).

Asimismo, es necesario mencionar que la disminución del número de raíces en las especies Bolaina (*Guazuma crinita*) y Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) se debe a la poda de raíces que se efectuaron durante la remoción de plantones. Muchas especies son susceptibles a dicha labor, especialmente cuando las podas son profundas; inclusive, en muchos casos, llegan a secarse y a desprenderse de la raíz principal o del grupo de raíces (Solano, 2004).

B.2. LONGITUD DE LA RAÍZ

La figura 3.6, muestra la longitud acumulada promedio de las raíces de los plantones de las especies estudiadas. Se puede observar que a los 90 días del repique, el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) obtiene en promedio 415 cm de longitud en el sustrato s₇, a los 90 días; mientras que el Cedro (*Cedrela odorata*) ocupa el segundo con 254 cm en el sustrato s₁; en tanto que el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) tiene un promedio de raíces de 339 cm a los 60 días

de evaluación, luego del cual desciende a 223 cm a los 90 días de evaluación en el sustrato s₃. Similar situación ocurre con la Bolaina (*Guazuma crinita*), que a los 60 días de evaluación, obtiene una longitud de 333 cm, descendiendo a 225 cm a los 90 días de evaluación en el sustrato s₁.

En este caso, la poda de raíces también influye en la longitud de las raíces, en especial en el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) y el Cedro (*Cedrela odorata*), especies muy susceptibles a los tratamientos silviculturales (Solano, 2004).

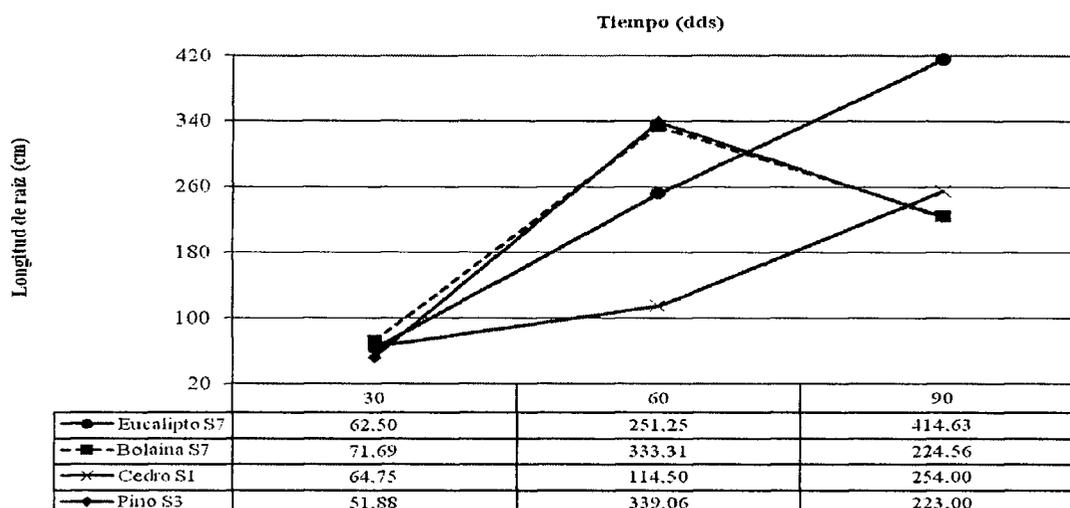


Figura 3.6: Longitud de raíz en plántones de Eucalipto rosado, Bolaina, Cedro y Pino en Vivero de Arwimayo-Anco, 780 m.s.n.m. La Mar, Ayacucho

B.3. DIAMETRO DE LA RAÍZ

La figura 3.7, muestra el diámetro promedio de las raíces de las especies en estudio, se puede notar que a los 90 días del repique, el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) obtiene 0.073 cm de diámetro, en el sustrato s₂; seguido del Cedro (*Cedrela odorata*) que alcanza un diámetro promedio de 0.038 cm, en el sustrato s₆; el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) alcanza 0.026 cm, en el sustrato s₃; mientras la Bolaina (*Guazuma crinita*) alcanza 0.025 cm, en el sustrato s₇.

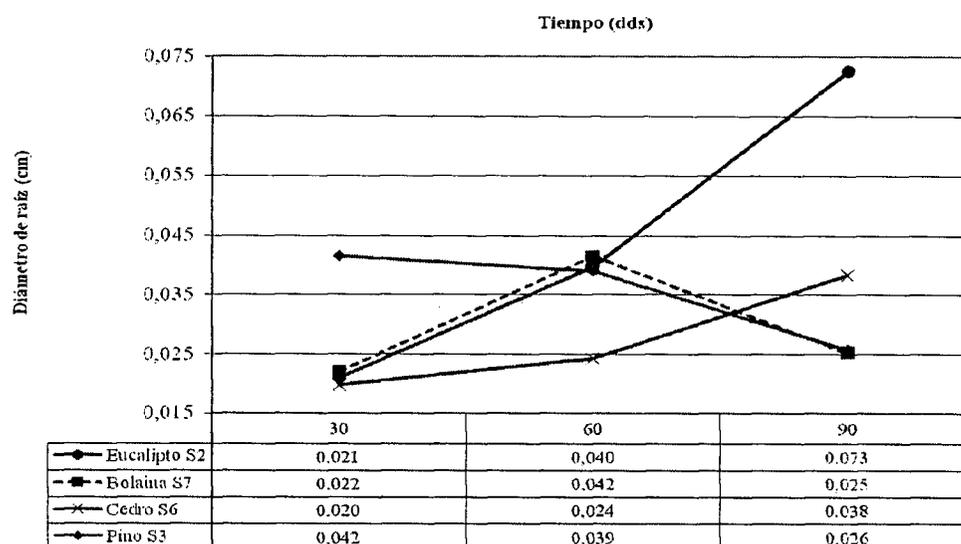


Figura 3.7: Diámetro de raíz en plántulas de Eucalipto rosado, Bolaina, Cedro y Pino en Vivero de Arwimayo–Anco, 780 m.s.n.m. La Mar, Ayacucho

La observancia respecto a la variación en el diámetro en el tiempo, posiblemente, se deba al muestreo al azar de los individuos en cada momento de evaluación, lo que indica que en el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) y Cedro (*Cedrela odorata*) existe mayor homogeneidad en cuanto se refiere al crecimiento de las raíces y de igual forma en el incremento del diámetro de las raíces, mientras que en la Bolaina (*Guazuma crinita*) y Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) se nota que el crecimiento tanto en longitud como en diámetro de las raíces son tan distintos en cada individuo, lo que provoca estos valores aparentemente “ilógicos”.

B.4. PESO FRESCO DE RAÍZ

La figura 3.8, muestra los mejores promedios obtenidos en peso fresco de raíz en los sustratos y especies evaluados. El Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) presenta 4.125 gr de peso fresco de la raíz a los 90 días, en el sustrato s₅; seguido del Cedro (*Cedrela odorata*) con 3.186 gr de peso fresco de raíz a los 90 días de evaluación, en el sustrato s₆; mientras que la Bolaina (*Guazuma crinita*) alcanzó un peso de 2.91 gr a los 90 días, en el sustrato s₆; el Pino rojo

(*Schizolobium amazonicum*) alcanza en promedio 2.04 gr a los 90 días, en el sustrato s₇.

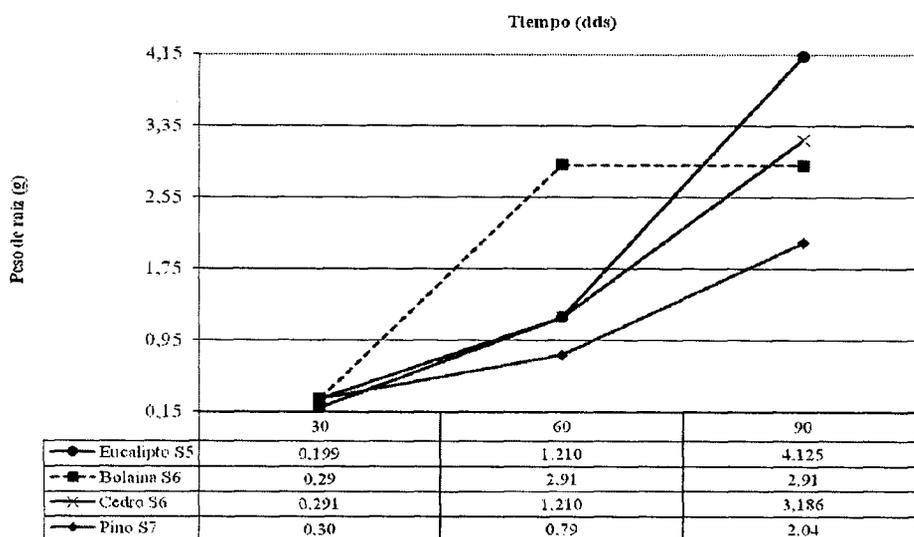


Figura 3.8: Peso de la raíz de plántones de Eucalipto rosado, Bolaina, Cedro y Pino en Vivero de Arwimayo–Anco, 780 m.s.n.m. La Mar, Ayacucho

Estos valores y la tendencia son semejantes a los obtenidos para el parámetro de número de raíces, notándose que el crecimiento de las raíces de Eucalipto es bastante precoz, seguido del Cedro, lo cual determina el mayor peso fresco de raíz. Asimismo, podemos señalar que la Bolaina presenta menor peso debido al estancamiento del crecimiento de sus raíces por efecto de la poda realizada; mientras que el Pino rojo presenta un crecimiento lento, traduciéndose el peso fresco de las raíces como de menor valor, lo cual se relaciona con el crecimiento, también lento, de la parte aérea.

C. ÍNDICE DE CALIDAD DE LOS PLANTONES EN VIVERO

El cuadro 3.4 muestra el ANVA de los parámetros calculados para determinar la calidad del plantón forestal en el vivero, donde se puede observar que para el índice tallo/raíz existe una diferencia estadística significativa en la triple interacción entre sustratos (s), especies (e) y días de evaluación (t). Asimismo, se obtuvo diferencia estadística altamente significativa en la triple interacción entre sustratos (s), especies (e) y días de evaluación (t) para el índice de esbeltez, índice de Dixon. Se analizaron en forma individual a través del uso de

mejores promedios y gráficos, lo mismo que se muestra a continuación.

Cuadro 3.4: Cuadrados medios del análisis de variancia de los índices de calidad en vivero de cuatro especies en diferentes sustratos por días de evaluación. Arwimayo-Anco, 780 m.s.n.m. La Mar, Ayacucho

F de V	G L	Índice	Índice de	Índice
		tallo raíz	esbeltez	Dixon
Substrato	6	1,382 **	0,009	0,067 **
Especie	3	1,073 **	3,033 **	0,945 **
Días	2	1,180 **	1,016 **	4,857 **
Subs x Espe	18	0,334	0,013 **	0,034 **
Subs x Días	12	0,636 **	0,013 **	0,022 **
Espe x Días	6	5,084 **	0,197 **	0,265 **
Subs x Espe x Días	36	0,317 *	0,012 **	0,029 **
Error	252	0,217	0,004	0,004
Total	335			
CV (%)		23,70	11,13	20,32

C.1. INDICE TALLO – RAÍZ

La figura 3.9 muestra los valores obtenidos del índice tallo/raíz para las cuatro especies a los 90 días del repique en los sustratos señalados. Se observa que en el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) el índice obtenido es de 1.70; la Bolaina (*Guazuma crinita*) tiene 1.68 como índice en el sustrato s₄; el Cedro (*Cedrela odorata*), 1.82 como índice en el sustrato s₄; en el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*), se logra obtener 2.05 y 3.43 a los 60 y 90 días del repique en el sustrato s₃.

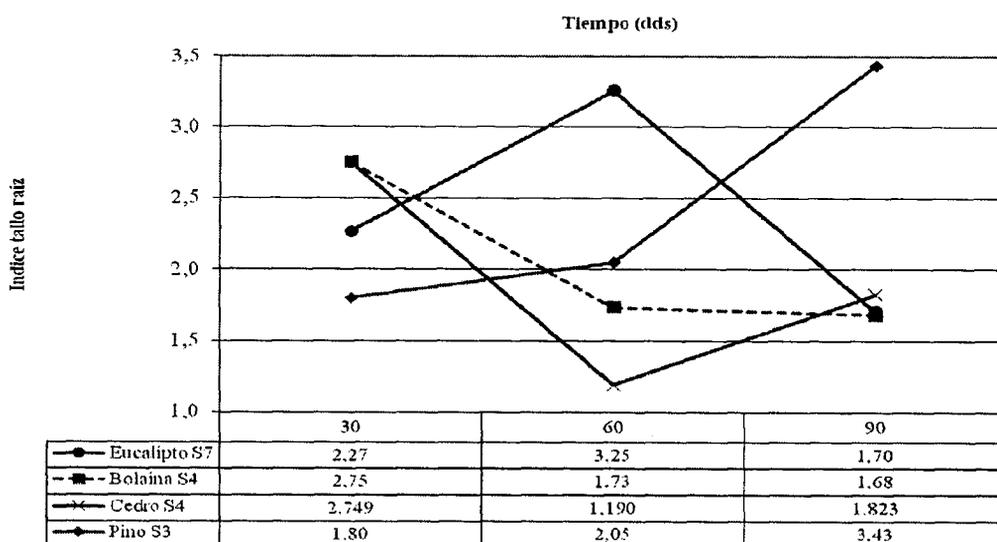


Figura 3.9: Índice tallo raíz en plántones de Eucalipto rosado, Bolaina, Cedro y Pino en el Vivero Arwimayo-Anco, 780 m.s.n.m. La Mar, Ayacucho

Los valores obtenidos para el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*), Bolaina (*Guazuma crinita*) y Cedro (*Cedrela odorata*) encuentran dentro de los valores obtenidos en trabajos similares en diferentes latitudes. Para nosotros, el índice tallo/raíz debe estar alrededor de 2; es decir, dos de la parte aérea por uno de la parte radical. Esta relación es la más adecuada desde el punto de vista morfofisiológico de la planta, considerando el cumplimiento de sus funciones tanto de la parte aérea como de la raíz.

Mientras que, para el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) se obtiene un índice recomendado a los 60 días del repique. Esta situación se hace incompatible con un plantón de calidad debido a su altura; pues, a esta edad, presenta sólo 8 cm. de altura. En cambio, en la evaluación a los 90 días del repique, se encontró un índice de 3.43, valor muy superior a dos (2); lo que indica la persistencia del impacto de la poda radicular realizada, situación que es corroborada por García (2007), señala que de acuerdo con los parámetros morfológicos, un plantín de buena calidad debe tener un diámetro de cuello grande, bajo valor de esbeltez (cociente altura/diámetro de cuello), un sistema radicular fibroso y un valor alto del cociente biomasa aérea / biomasa raíz (Guifan, 1997). Ya que ninguna de

estas características podría, por sí sola, describir la calidad de un plantón.

C.2. ÍNDICE DE ESBELTEZ

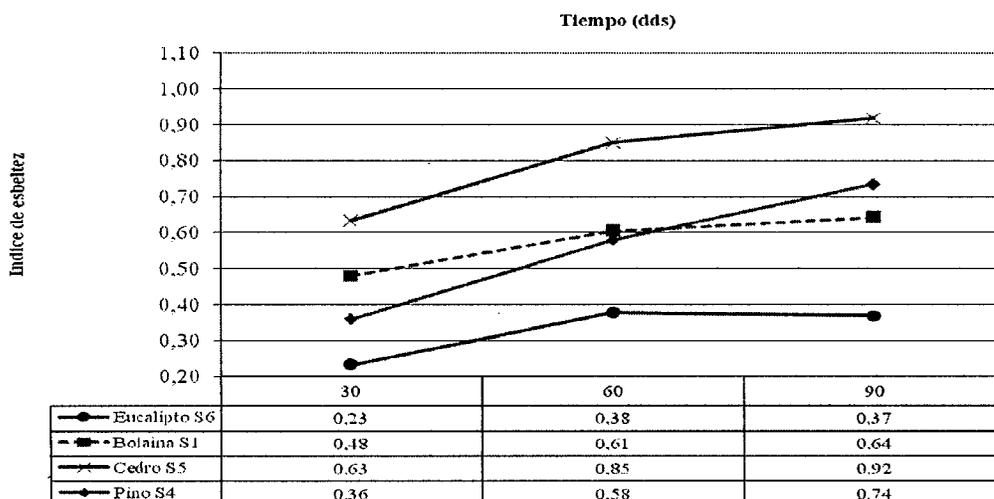


Figura 3.10: Índice de esbeltez en plántones de Eucalipto rosado, Bolaina, Cedro y Pino en Vivero de Arwimayo-Anco, 780 m.s.n.m. La mar, Ayacucho

En la figura 3.10, se presenta el índice de esbeltez de las cuatro especies forestales producidas en los diferentes estratos en estudio. Se puede observar que los valores de los índices varían entre 0.37 y 0.92. Estos índices son similares a los alcanzados por Domínguez y otros (1997):

Esto significa que los plántones deben tener un buen diámetro de tallo y, por ende, una buena lignificación, constituyéndose de esa manera en un plantón apto para ser llevado a campo definitivo. Al respecto, García (2007) menciona que de acuerdo con los parámetros morfológicos, un plantón de buena calidad debe tener bajo valor de esbeltez (cociente altura/diámetro de cuello); la esbeltez se considera una característica que influye en el desempeño temprano de la plantación.

C.3. ÍNDICE DE CALIDAD DE DICKSON (ICD)

En la figura 3.12, se muestra el resultado obtenido del cálculo del índice de Dickson para cada una de las especies y en los diferentes sustratos en estudio

a los 90 días del repique, donde se observa que el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) muestra un índice de 0.47 obtenido en el sustrato s₅; la Bolaina (*Guazuma crinita*) presenta un índice de 0.53, obtenidos en el sustrato S₆; el Cedro (*Cedrela odorata*) alcanza un índice de 0.88 en el sustrato s₅; mientras que el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) resulta con un índice de 0.68 con el sustrato s₂.

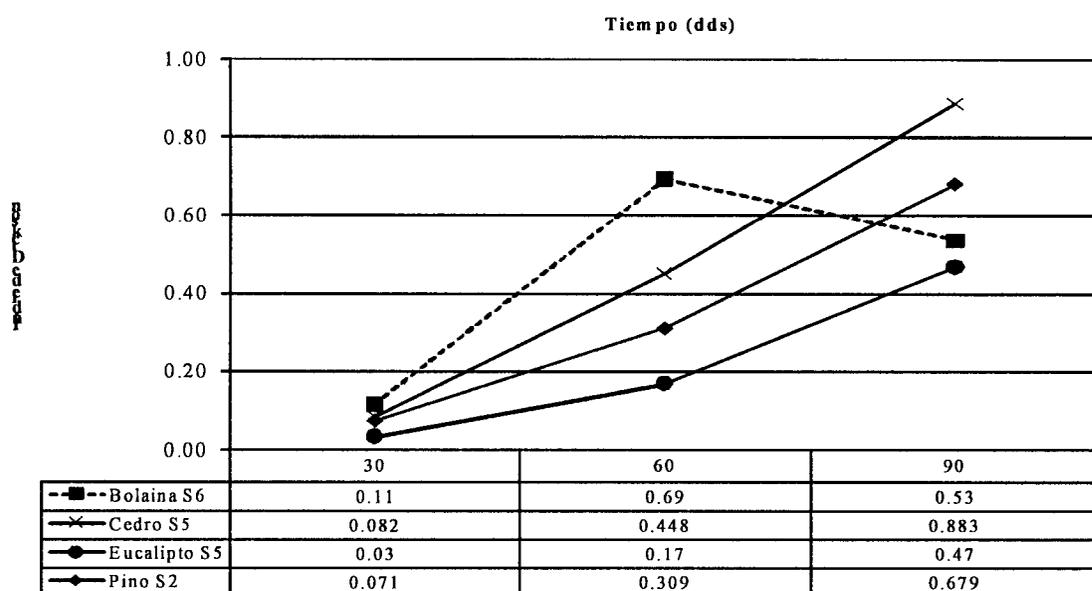


Figura 3.12: Índice de Dickson en plántones de Eucalipto rosado, Bolaina, Cedro y Pino en Vivero de Arwimayo-Anco, 780 m.s.n.m. La Mar, Ayacucho

De acuerdo a la bibliografía, se indica que los plántones de eucalipto trabajados en viveros, los valores de ICD presentaron una variación de 0.02 a 0.19. Asimismo, de acuerdo con estudios realizados por Hunt (1990) en abeto y pino, un ICD inferior a 0.15 podría significar problemas en el establecimiento en campo; este autor recomienda, para esas especies, un valor de ICD de 0.2 como mínimo. Por lo tanto, los valores obtenidos en el presente trabajo son altos comparativamente, lo que significa que los plántones no tendrán problemas después de su plantación.

La plantación realizada fue con estos plántones cuyos índices de Dickson ya fueron descritos líneas arriba; en consecuencia veremos más adelante los

resultados del comportamiento a partir de las evaluaciones efectuadas.

D. CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES DE PLANTAS EN EL VIVERO

En los cuadros 3.5, 3.6, 3.7 y 3.8, de la sección anexos, se muestran las correlaciones de caracteres de las plantas producidas en el vivero para cada especie forestal estudiada. Se puede observar, en el primer cuadro, que para la Bolaina (*Guazuma crinita*) existe una correlación positiva altamente significativa de altura de planta con diámetro de tallo, peso total y peso de raíz; asimismo, una correlación positiva significativa con el número de hojas, número y longitud de raíces, mientras que la altura de la planta no presenta ninguna correlación con el diámetro de la raíz. En el caso del Cedro (*Cedrela odorata*), se observa una correlación positiva altamente significativa de altura de planta con diámetro de tallo, número de hojas, peso total y peso de raíz; además, presenta una correlación positiva significativa de la altura de la planta con el número, longitud y diámetro de la raíz. Respecto al Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*), se observa que existe una correlación positiva altamente significativa de altura de planta con diámetro de tallo, peso total y número, longitud y peso de raíz; además, presenta una correlación positiva significativa de altura de planta con número de hojas y diámetro de raíz. Finalmente, en el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*), encontramos una correlación positiva altamente significativa de altura de planta con diámetro de tallo, número de hojas, peso total, longitud y peso de raíces; asimismo, una correlación positiva significativa con el número y diámetro de raíces.

3.4. ESTABLECIMIENTO EN CAMPO DEFINITIVO DE PLANTONES FORESTALES

Para el análisis del establecimiento de plantones forestales, se consideraron los parámetros que se detallan a continuación:

- Altura de la planta y diámetro del tallo (cm)
- Sanidad de las plantas
- Porcentaje de establecimiento

A. ALTURA DE PLANTA Y DIÁMETRO DE TALLO

Cuadro 3.9: Cuadrados medios del análisis de variancia de altura de planta y diámetro de tallo de plantas forestales establecidas en tres localidades. Anco, La Mar, Ayacucho

F de V	Arwimayo			Quillabamba			Cuculipampa		
	GL	Altura de planta	Diámetro de tallo	GL	Altura de planta	Diámetro de tallo	GL	Altura de planta	Diámetro de tallo
Especie	1	350676.15**	0.739**	2	238840.02**	0.268**	3	467.34**	0.344**
Días	5	19296.78**	1.513**	5	23545.19**	3.806**	5	35.29**	0.508**
EspxDía	5	1873.71**	0.044	10	3304.48	0.106*	15	0.65	0.007
Error	228	515.1	0.051	162	682.62		336	3.14	0.021
Total	239			179			359		

CV(%)		23.88	23.91		21.55	22.07		20.84	17.74
--------------	--	--------------	--------------	--	--------------	--------------	--	--------------	--------------

El cuadro 3.9 muestra el ANVA de los parámetros estudiados en la evaluación del establecimiento en forma separada para cada localidad, donde observamos una diferencia estadística altamente significativa en la interacción de especies (e) y días de evaluación (d) para altura de planta en Arwimayo (I₁) y Quillabamba (I₂); más no así en la localidad de Cuculipampa (I₃), mientras que para diámetro de tallo sólo hay diferencia significativa en la localidad de Quillabamba. Para determinar el lugar adecuado de establecimiento de los plantones forestales en las tres localidades se hace un contraste de promedios, los que serán explicados mediante la utilización de figuras.

A.1. ALTURA DE LA PLANTA Y DIAMETRO DEL TALLO

Las figuras 3.13 y 3.14, indican la altura de planta y el diámetro de tallo de la Caoba (*Swietenia macrophylla*) y Bolaina (*Guazuma crinita*), respectivamente, hasta 210 días después de la plantación. En la localidad de Arwimayo, se observa que la Bolaina (*Guazuma crinita*) se comporta muy bien en este lugar, superando tanto en altura como en diámetro del tallo a la Caoba (*Swietenia*

macrophylla) desde el inicio de la evaluación; estos resultados son, al parecer, “lógicos”, porque se trata de una especie rústica que aprovecha al máximo los nutrientes y agua disponibles en el terreno, mientras que la Caoba (*Switenia macrophylla*) es una especie muy exigente en requerimientos climáticos, edafológicos y el cuidado silvicultural.

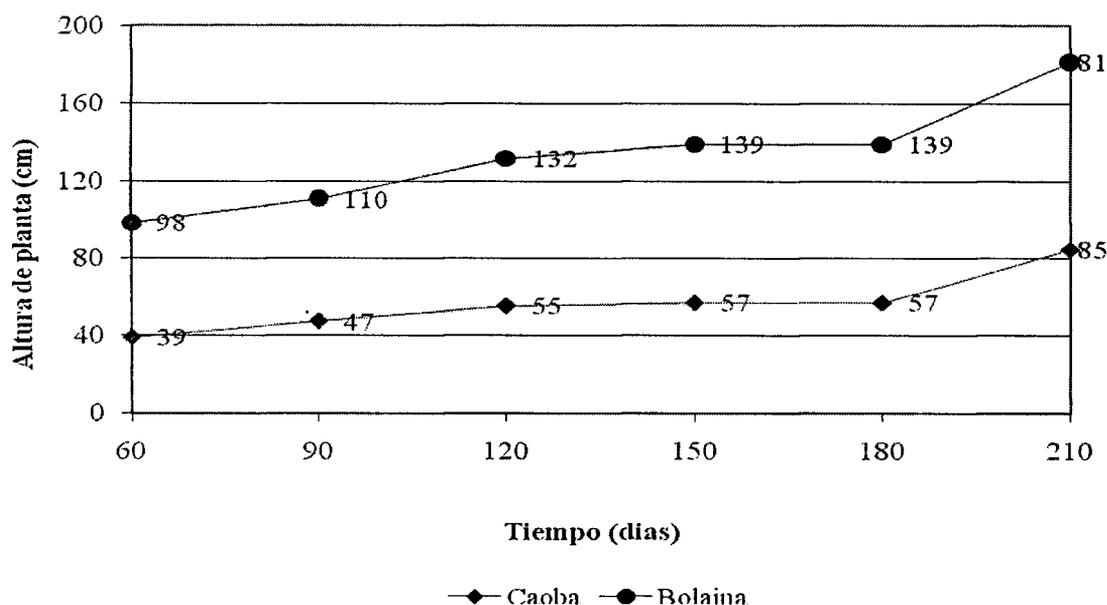


Figura 3.13: Altura de planta en Caoba y Bolaina en la localidad de Arwimayo-Anco, 762 m.s.n.m. La mar, Ayacucho

A pesar de su sorprendente capacidad para el crecimiento, las plántulas de Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) recién plantadas compiten de una manera pobre con las malas hierbas y no toleran ni la competencia radical ni las condiciones sombreadas.

Según Baldoce y otros (1991), la especie se encuentra distribuida tanto en suelos arcillosos y mal drenados con características generales de gleysol como en suelos con buen drenaje y aparentes para la agricultura con características de cambisol, es decir que no son exigentes en suelo.

Del mismo modo, un estudio efectuado para esta especie con semillas de diferentes procedencias de la amazonía peruana reporta crecimientos en altura de 2.0-2.3 m a los 6 meses y 4.9-5.7 m al año de edad (Sotelo y otros, 1999).

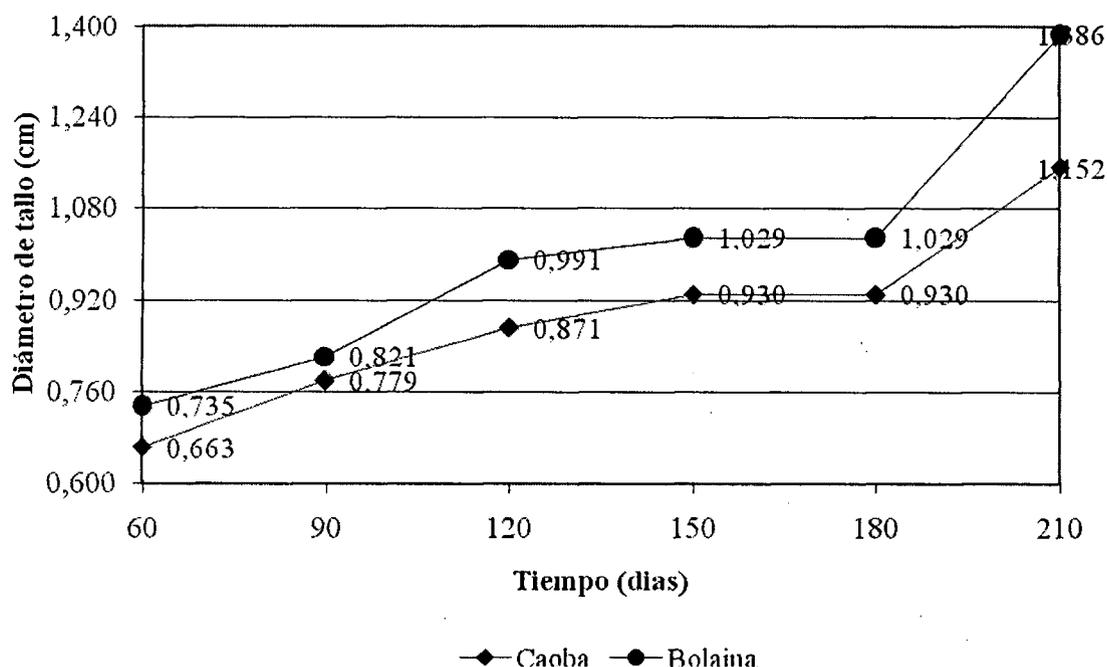


Figura 3.14: Diámetro del tallo de Caoba y Bolaina en la localidad de Arwimayo-Anco, 762 m.s.n.m. La Mar, Ayacucho.

También Villachica y otros (1993) encontraron, para sistemas agroforestales establecidos en suelos ácidos y degradados del valle de Chanchamayo y para los 5 primeros años de plantación, tasas de crecimiento de 4 cm/año para el diámetro a la altura de pecho (DAP) y 2.94 m/año para la altura total.

En la figura 3.15, se muestra el crecimiento en altura de Caoba (*Swietenia macrophylla*), Bolaina (*Guazuma crinita*) y Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) en la localidad de Quillabamba. En la figura 3.16, mostramos el crecimiento de diámetro de tallo de las especies indicadas; donde podemos observar que la Bolaina (*Guazuma crinita*), a los 210 días de evaluación, presenta una altura de 131 cm y 1.702 cm de diámetro; mientras que la caoba presentó una altura de 110 cm y un diámetro de 1.606 cm; por su parte, el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) alcanzó 281 cm y 1.897 cm de altura y diámetro de tallo, respectivamente.

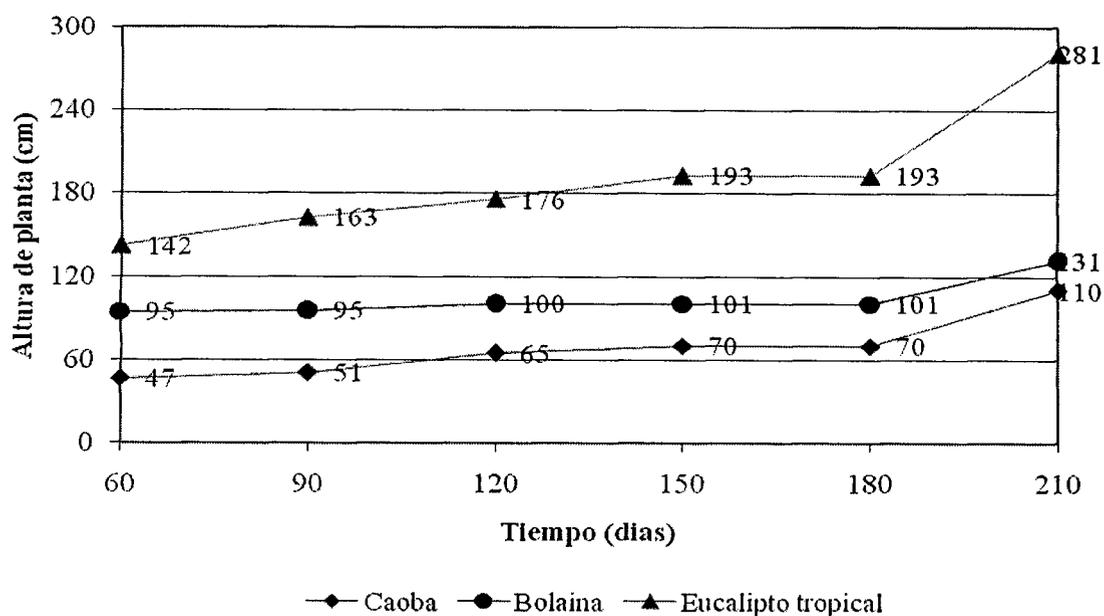


Figura 3.15: Altura de planta de Caoba, Bolaina y Eucalipto rosado en la localidad de Quillabamba-Anco, 890 m.s.n.m. La Mar, Ayacucho

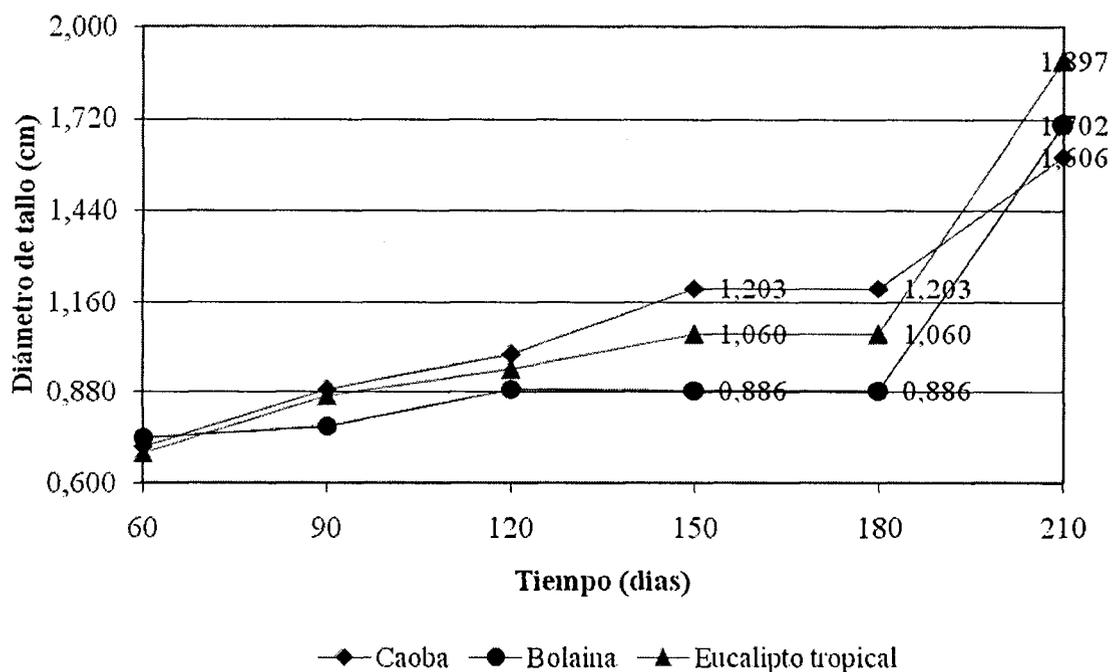


Figura 3.16: Diámetro de tallo en Caoba, Bolaina y Eucalipto rosado en la localidad de Quillabamba-Anco, 890 m.s.n.m. La Mar, Ayacucho

Estos valores alcanzados demuestran que el Eucalipto rosado (*Eucalyptus*

grandis) es una de las especies más plásticas en el ensayo, dada su fácil adaptación en sitios distintos a los de su procedencia (Australia), concordando con Meskimen y Francis (1990) y FONDEBOSQUE (2007), quienes señalan que el crecimiento del Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) en rotaciones cortas es rápido. Un crecimiento en altura promedio de 2 m por año es común y se ha reportado una tasa de 4 m por año. Asimismo, indican que el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) es intolerante a la sombra. Las plántulas sólo pueden desarrollarse bajo pleno o casi pleno sol; los árboles tienen que mantener una posición dominante o codominante en el dosel para su supervivencia a largo plazo.

Asimismo, nos muestra que el establecimiento se consolida a los 180 días de plantado; pues, a partir de ello, empieza un crecimiento acelerado tal como se puede apreciar para las tres especies. Además, al igual que en Arwimayo, la Bolaina (*Guazuma crinita*) supera a la Caoba (*Swietenia macrophylla*), debido a las mismas consideraciones de requerimiento de nutrientes, edafoclimáticas y de manejo.

Además, Seforven (1991) señala que el primer año alcanza 1,80 m de altura y un DAP de 15 a 20 cm; asimismo, señala que es una especie heliófita, que regenera aun en campos abandonados, incluso bajo sombra, que deberá ser raleado; requiere de humedad en la época de maduración de semilla.

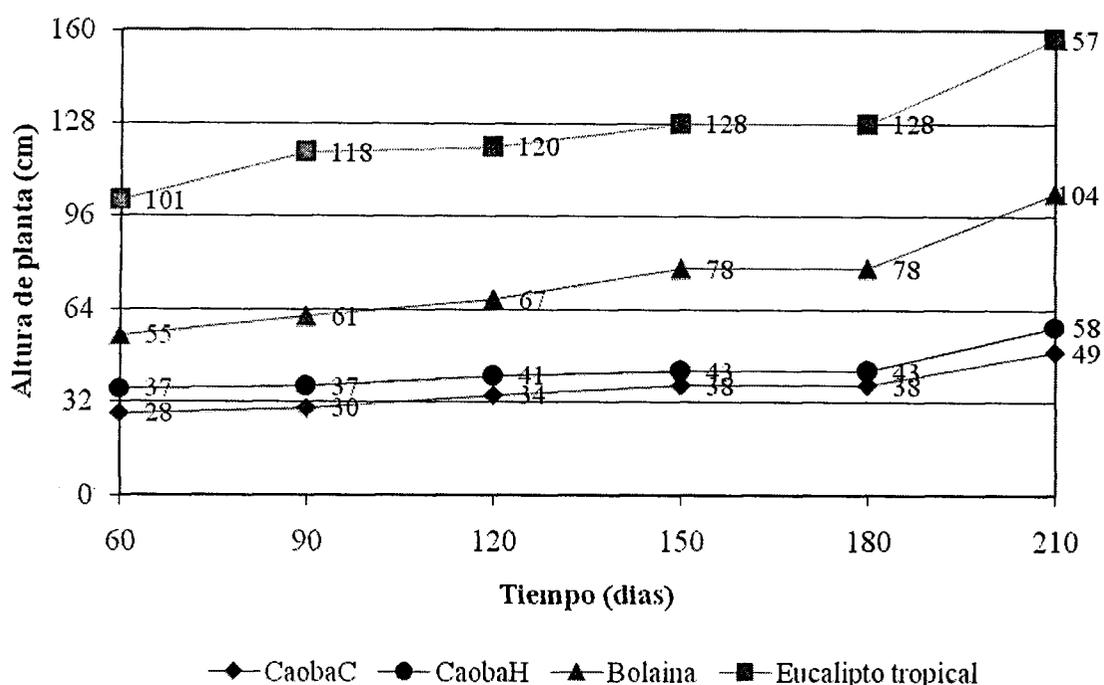


Figura 3.17: Altura de planta de Caoba, Bolaina y Eucalipto rosado en la localidad de Cuculipampa-Anco, 1075 m.s.n.m. La Mar, Ayacucho

Las figuras 3.17 y 3.18, representan el crecimiento en altura y diámetro de tallo obtenido en las especies forestales instaladas en la localidad de Cuculipampa; donde se observa que la Bolaina (*Guazuma crinita*) alcanzó una altura de 160 cm y 1.416 cm de diámetro de tallo en la parcela L.; la Caoba (*Swietenia macrophylla*) alcanzó 49 cm y 0.961 cm de diámetro de tallo en la parcela C; por otro lado, el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*), en el periodo de 210 días de establecimiento, alcanzó la altura de 157 cm y un diámetro de tallo de 0.888 cm. Por lo tanto, considerando la interespecificidad, podemos mencionar que en Cuculipampa la Bolaina (*Guazuma crinita*) y Eucalipto rosado mostraron un crecimiento rápido, especialmente, a partir de los 180 días; mientras la caoba tiene un desarrollo lento, corroborando una vez más lo exigente que es esta especie por los requerimientos nutricionales, edafoclimáticos y de manejo; tal como manifiestan Meskimen y Francis (1990) y FONDEBOSQUE (2007), quienes señalan que el crecimiento del Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) en rotaciones cortas es rápido. Un crecimiento en altura promedio de 2 m por año es común y se ha reportado una tasa de 4 m por año.

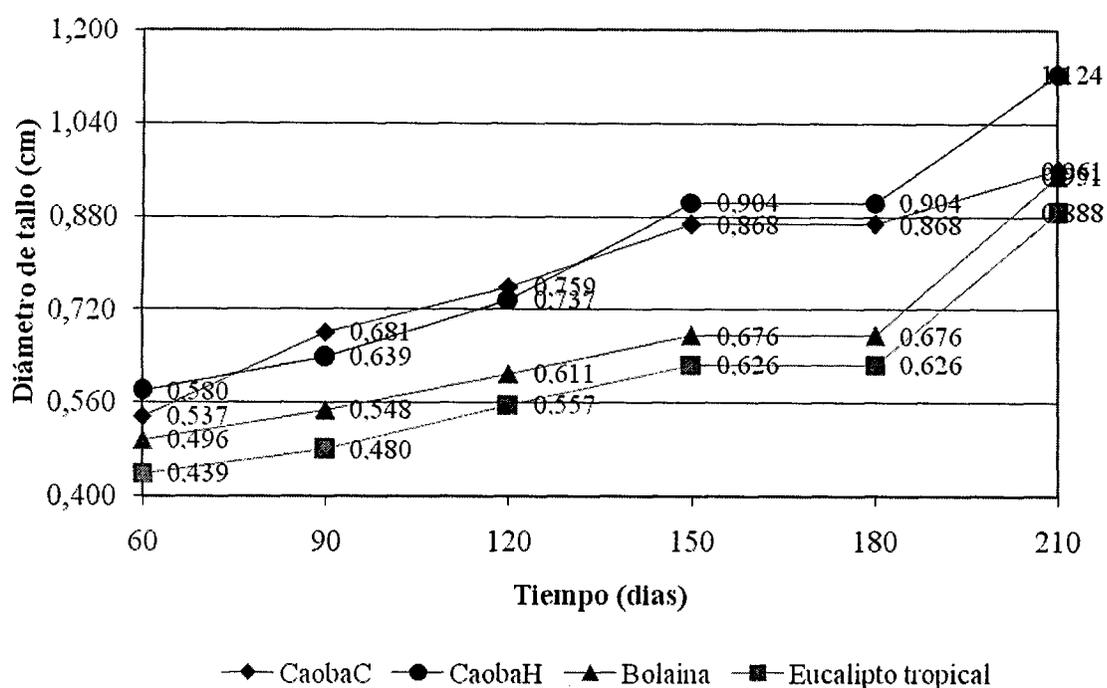


Figura 3.18: Diámetro de tallo de Caoba, Bolaina y Eucalipto rosado en la localidad de Cuculipampa-Anco, 1075 m,s,n,m. La Mar, Ayacucho

Asimismo, indican que el Eucalipto rosado es intolerante a la sombra. Las plántulas sólo pueden desarrollarse bajo sol pleno o casi pleno; por lo que, los árboles tienen que mantener una posición dominante o codominante en el dosel para su supervivencia a largo plazo.

Respecto a la diferencia intraespecífica entre las caobas plantadas en las parcelas C y H y las Bolainas establecidas en las parcelas L y E, posiblemente se deban a las condiciones edafológicas, es decir las características físicas y químicas del suelo de cada una de las parcelas.

B. SANIDAD DE PLANTA

Durante la evaluación de las plantaciones en campo definitivo, la presencia y ataque de plagas y enfermedades fueron mínimos; sin embargo, señalaremos que en los primeros días de la instalación del Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) se notó la presencia de hormigas Coqui, las mismas que se controlaron con la aplicación de Tifón a los nidos de las hormigas; asimismo, en el último

mes de evaluación, se presentó una incidencia del “barrenador de brotes” de la caoba (*switenia macrophyla*) en la localidad de Arwimayo, aproximadamente en un 5%, lo que se controló haciendo podas sanitarias, es decir la poda de hojas y brotes dañados. De la misma manera, en la bolaina (*guazuma crinita*), se presentó una incidencia de 1% de ataque de queresas a nivel del tallo; sin embargo, no se realizó ninguna actividad de control debido a las mínimas consecuencias que ocasionarían.

Por lo demás, hasta el final de las evaluaciones, no se ha presentado ningún ataque severo que pudiera causar daño económico en las plantaciones.

C. PORCENTAJE DE ESTABLECIMIENTO

El gráfico 3.2, presenta el número y porcentaje de plantas establecidas después de 210 días de plantación. Donde se observa que el porcentaje de establecimiento de las especies en ensayo varía entre un 90 y 97.5%, lo que demuestra, el suficiente conocimiento de la tecnología de plantación; es decir, el uso de una adecuada selección de los plántones, traslado, plantación propiamente dicha y el manejo silvicultural de las especies en estudio.

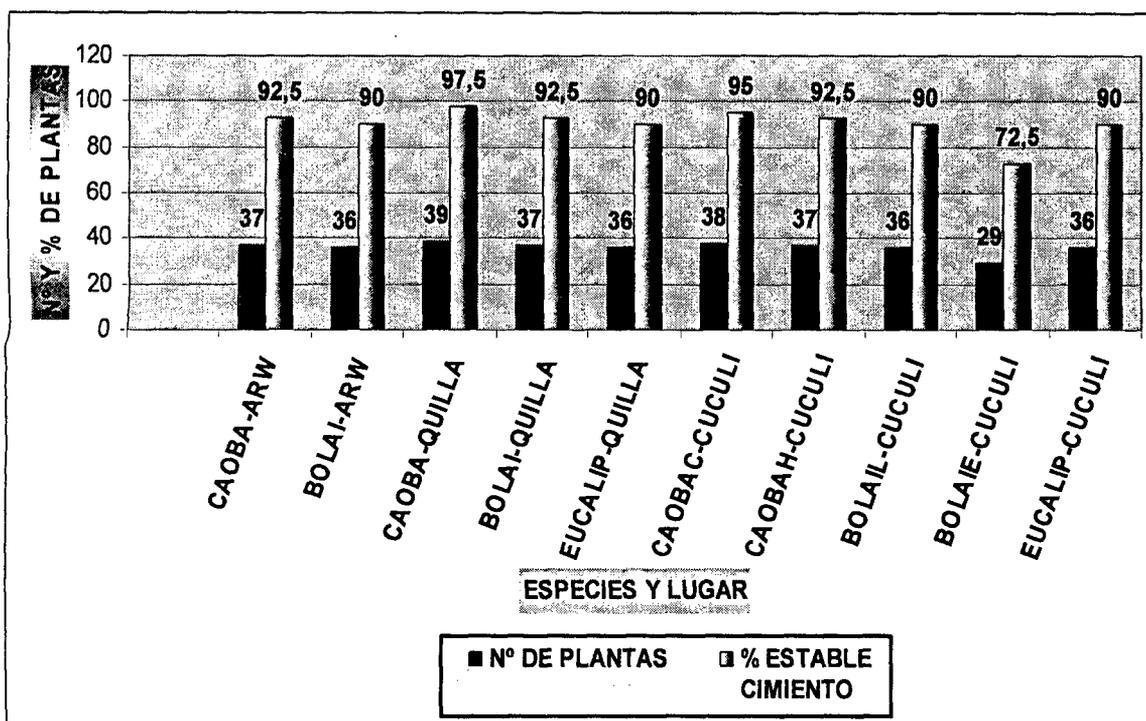


Gráfico 3.2: Número y porcentaje de plantas establecidas en tres lugares de Anco. La Mar, Ayacucho

Asimismo, podemos señalar, en base a los resultados de las evaluaciones efectuadas, que el proceso de acostumbramiento, cuyo resultado es el establecimiento de las plantas en su nuevo hábitat, empieza después de 170-180 días de la plantación y recién a partir de los cuales se inicia el crecimiento de la planta en forma más acelerada, tal como podemos observar en las figuras anteriores. Esto, posiblemente, porque sus raíces y el suelo encontraron la empatía necesaria para dicho establecimiento.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación conducen a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

4.1. CONCLUSIONES

1. La emergencia de las plántulas de Bolaina (*Guazuma crinita*) y Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) fue a los 6 días; del Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*), a los 9; y del Cedro (*Cedrela odorata*), a los 12 días después de la siembra.
2. El mejor sustrato para la producción de Bolaina (*Guazuma crinita*) es s_6 (1.0 de tierra agrícola, 1.0 de arena, 1.5 de turba), para el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) es s_2 (2.5 de tierra agrícola, 1.0 de arena y 1.0 de estiércol de Coqui), para el Cedro (*Cedrela odorata*) y Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) es s_5 (1.5 de tierra agrícola, 1.0 de arena y 1.0 de turba). Considerando para ello el índice de calidad de Dickson.
3. Para la Bolaina (*Guazuma crinita*), el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*),

el Cedro (*Cedrela odorata*) y el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) existe una correlación positiva altamente significativa de altura de planta con diámetro de tallo, peso total y peso de raíz.

4. Considerando el aspecto morfo-fisiológico, el índice tallo/raíz óptimo se encuentra alrededor de 2.
5. El índice de esbeltez de las cuatro especies forestales en estudio muestran valores adecuados que varían entre 0.37 y 0.92.
6. En cuanto al índice de calidad de Dickson, las cuatro especies forestales, tuvieron valores entre 0.47 y 0.88.
7. Para las condiciones agroecológicas de las localidades de Arwimayo, Quillabamba y Cuculipampa, el éxito de las plantaciones fueron tuvieron un rango de 90 y 97.5% de establecimiento.
8. A los 210 días de plantación, alcanzaron:

Arwimayo:

	<u>Bolaina</u>	<u>Caoba</u>
Altura	1.81 m	0.85 m
Diámetro	1.9 cm.	1.5 cm.

Quillabamba

	<u>Eucalipto</u>	<u>Bolaina</u>	<u>Caoba</u>
Altura	2.8 m	1.3 m	1.1 m
Diámetro	1.9 cm.	1.7 cm.	1.6 cm.

Cuculipampa

Altura	1.6 m	1.6 m	1.1 m.
Diámetro	0.9 cm	1.5 cm.	1.1 cm.

9. No hubo presencia importante de plagas y enfermedades, salvo el ataque de la hormiga "Coqui", el "barrenador de brotes" y las queresas en la Caoba (*Swietenia macrophylla*), en un 5%.

10. Todas las especies tuvieron un crecimiento vigoroso, excepto en los meses de agosto y setiembre por falta de agua.

4.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones del presente ensayo, se plantea las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda la utilización de los siguientes sustratos para la producción: para Bolaina (*Guazuma crinita*), el s₆ (1.0 de tierra agrícola, 1.0 de arena, 1.5 de turba); para el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*), el s₂ (2.5 de tierra agrícola, 1.0 de arena y 1.0 de estiércol de Coqui); para el Cedro (*Cedrela odorata*) y Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*), el s₅ (1.5 de tierra agrícola, 1.0 de arena y 1.0 de turba).
2. La altura y diámetro mínimos de un plantón de Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*), Cedro (*Cedrela odorata*), Bolaina (*Guazuma crinita*) y Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) para ser llevado a campo definitivo es de 30 cm y 35 cm, respectivamente.
3. Es necesario continuar con la reforestación y evaluación de las plantaciones con fines de manejo silvicultural.

RESUMEN

El presente trabajo titulado "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" se realizó en las instalaciones del Vivero Forestal de Arwimayo y en las localidades de Arwimayo, Agua Dulce, Quillabamba, Huayrurupata y Cuculipampa, ubicadas en el distrito de Anco, provincia de La Mar, departamento de Ayacucho. El proyecto se realizó dentro del marco del proyecto "Desarrollo productivo e instalación de vivero frutícola forestal y agroforestal", ejecutado por la Municipalidad Distrital de Anco, La Mar, que se encuentra ubicado al noreste de la provincia de La Mar, departamento de Ayacucho. El objetivo es evaluar la influencia de diferentes sustratos durante la producción de plántones forestales en vivero de cuatro especies tropicales y evaluar el crecimiento de plantaciones en campo definitivo de tres especies forestales en tres zonas del distrito de Anco. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

1. La emergencia de las plántulas de Bolaina (*Guazuma crinita*) y Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) fue a los 6 días; del Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*), a los 9; y del Cedro (*Cedrela odorata*), a los 12 días después de la siembra.
2. El mejor sustrato para la producción de Bolaina (*Guazuma crinita*) es s_6 (1.0 de tierra agrícola, 1.0 de arena, 1.5 de turba), para el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) es s_2 (2.5 de tierra agrícola, 1.0 de arena y 1.0 de estiércol de Coqui), para el Cedro (*Cedrela odorata*) y Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*) es s_5 (1.5 de tierra agrícola, 1.0 de arena y 1.0 de turba). Considerando para ello el índice de calidad de Dickson.

3. Para la Bolaina (*Guazuma crinita*), el Eucalipto rosado (*Eucalyptus grandis*), el Cedro (*Cedrela odorata*) y el Pino rojo (*Schizolobium amazonicum*) existe una correlación positiva altamente significativa de altura de planta con diámetro de tallo, peso total y peso de raíz.
4. Considerando el aspecto morfo-fisiológico, el índice tallo/raíz óptimo se encuentra alrededor de 2.
5. El índice de esbeltez de las cuatro especies forestales en estudio muestran valores adecuados que varían entre 0.37 y 0.92.
6. En cuanto al índice de calidad de Dickson, las cuatro especies forestales, tuvieron valores entre 0.47 y 0.88.
7. Para las condiciones agroecológicas de las localidades de Arwimayo, Quillabamba y Cuculipampa, el éxito de las plantaciones fueron tuvieron un rango de 90 y 97.5% de establecimiento.
8. A los 210 días de plantación, alcanzaron:

Arwimayo:

	<u>Bolaina</u>	<u>Caoba</u>
Altura	1.81 m	0.85 m
Diámetro	1.9 cm.	1.5 cm.

Quillabamba	<u>Eucalipto</u>	<u>Bolaina</u>	<u>Caoba</u>
Altura	2.8 m	1.3 m	1.1 m
Diámetro	1.9 cm.	1.7 cm.	1.6 cm.

Cuculipampa			
Altura	1.6 m	1.6 m	1.1 m.
Diámetro	0.9 cm	1.5 cm.	1.1 cm.

9. No hubo presencia importante de plagas y enfermedades, salvo el ataque de la hormiga "Coqui", el "barrenador de brotes" y las queresas en la Caoba

BIBLIOGRAFÍA

1. ACEVEDO, M. y KIKATA, Y.
1994 Atlas de maderas del Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina y Universidad de Nagoya, Japón.
2. ADEFOR
1996 Manual de productos forestales. Cajamarca-Perú.
3. ADEFOR
1996 Manual manejo de plantaciones forestales. Cajamarca-Perú.
4. ADEFOR
1996 Manual de extensión forestal. Cajamarca-Perú.
5. ADEFOR
1996 Manual de producción forestal. Cajamarca-Perú.
6. ARAUJO y otros
2000 Cultivo de la tara. Agencia Adventista de Desarrollo y Recursos Asistenciales (ADRA). Lima, Perú.
7. BIRCHLER T., R. ROSE, W. ROYO, A. y PARDOS, M.
1998 La planta ideal: revisión del concepto, parámetros definatorios e implementación práctica. Investigación Agrícola: Sistemas Recursos Forestales. Vol. 7.
8. BRAVO, J. S.
2008 Establecimiento de plantaciones forestales. Mencionado en la página web:
http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/ing%20rizzo/pfiles_productos/forestacion.pdf.

9. CARDENAS, L. y VÁSQUEZ, M.
1987 Alcances ecológico-silviculturales de la especie *switenia macrophylla*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú.

10. CATIE (CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA)
2002 Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Manual Técnico No. 50. Costa Rica.

11. CAUFIELD, C. y PINO, Z.
1985 Bosques tropicales húmedos. La situación mundial y la Amazonía peruana. Centro de Estudios Rurales Andinos "Bartolomé de las Casas". Cusco, Perú.

12. CINTRÓN, B. B.
1990 *Cedrela odorata* L. Cedro, spanish-cedar. Mencionado en <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Cedrelaodorata.pdf>

13. DIEHL, R. y MATEO, J. M.
1973 Fitotecnia general. Ediciones MUNDI – PRENSA. Madrid. 814pp.

14. ENCARNACION, C. F.
1983 Nomenclatura de las especies forestales comunes en el Perú. Documento de Trabajo No. 7. PNUD/FAO. Lima, Perú. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional Forestal y de Fauna.

15. FERNÁNDEZ, M., y otros
1996 Principios básicos y procedimientos de evaluación de la calidad de planta forestal. ETSI de Montes. España.

16. FREESE, F.
1997 Métodos estadísticos para técnicos forestales. Servicio Forestal, Departamento de Agricultura de los EEUU de América.
17. FONDEBOSQUE
2007 Instalación y manejo de plantaciones forestales de alta productividad en la selva central del Perú. Lima, Perú.
18. GARCÍA, M. A.
2007 Importancia de la calidad del plantín forestal. Mencionado en la página web
<http://www.INTA.gob.ar/concordia/info/forestales/contenido/pdf/2007/312.II.GARCIA.pdf>
19. GARCÍA, E.; SOTOMAYOR, A., SILVA S.; VALDEBENITO G.
2000 Establecimiento de plantaciones forestales. Documento divulgativo N° 10, INFOR, Santiago, Chile. 30 p.
20. GIL L. y PARDOS J. A.
1997 Aspectos funcionales del arraigo. La calidad fisiológica de la planta forestal.
21. HARTMANN T., H. y KESTER, D. E.
1972 Propagación de plantas, principios y prácticas. Editorial Continental. S. A. Tercera edición. México.
22. HERRERA, A.
2004 Cedro. Revista Forestal Centroamericana. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
23. INTERCONT TRADING S.A.

- 2000 Especies forestales. Importadores y exportadores. Lima, Perú.
24. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS (INIFAP)
2008 El Cedro, establecimiento y manejo en la Huasteca Potosina.
Mencionado en la página web <http://www.oeidruss-slp.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=108>
25. MADERAS SUDAMÉRICA
2008 Cedrela odorata Ubicado en la página web
<http://maderasulamerica.galeon.com/productos1515284.html>
26. MESKIMEN, G. y FRANCIS J. K.
1990 Eucalyptus grandis Hill ex Maiden. Mencionado en
<http://www.fs.fed.us/global/iitf/Eucalyptusgrandis.pdf>
27. NAVALL, M.
2002 El vivero forestal. Mencionado en la página web
<http://www.inta.gob.ar/santiago/info/documentos/extensionforestal/viveroforestal.pdf>
28. PASTOR, S. N.
2000 Utilización de sustratos en viveros. Mencionado en
<http://www.Chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art231-235.pdf>
29. Página web
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/36-melia2m.pdf
30. Página web http://venciclopedia.com/?title=Cedrela_odorata
31. REYNEL, C. R.

- 2003 Arboles útiles de la Amazonia peruana. Mencionado en la página web
http://www.ICRAF-peru.org/docs/14_arbolesamazon_peru.pdf
32. RIVERA, M.
 1993 Efecto de tratamientos pregerminativos en semillas de tara *Caesalpinia spinosa*, en Ayacucho – 2756 m.s.n.m.. Informe de investigación, Grado de Bachiller en Ciencias Agrícolas. Facultad de Ciencias Agrarias-UNSCH. Ayacucho, Perú.
33. SEFORVEN
 1991 Caoba. Auto ecología de la especie. Ministerio del Ambiente de los Recursos Naturales Renovables. Venezuela.
34. SOLANO, R. R.
 2005 Curso de forestación. Texto Universitario. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.
35. TANDAZO
 2008 Monografías. Mencionado en la página web
<http://www.MONOGRAFIAS.COM/trabajos62/especies-forestales-selva-peruana/especies-forestales-selva-peruana3.shtml>
36. VILCAMICHE, A.
 1996 Efecto de tratamientos pregerminativos en semillas de *Leucaena leucocephala*. Informe de práctica preprofesional, Facultad de Ciencias Agrarias – UNSCH. Ayacucho Perú.
37. <http://taninos.tripod.com/>, 2 002.

ANEXO

Precocidad en la emergencia de plántulas de las especies en estudio, en Vivero de Arwimayo-Anco. La Mar, Ayacucho

Días después del almacigado	N° de Plántulas Emergidas			
	Pino rojo	Bolaina	Eucalipto	Cedro
0	0	0	0	0
3	0	0	0	0
6	0	24	26	0
9	43	335	147	0
12	242	374	180	15
15	343	434	189	76
18	357	435	191	159
21	375	445	193	178
24	418	455	195	182
27	432	467	198	186
30	453	467	201	192
33	470	467	201	192
36	478	467	201	192
39	490	467	201	192
42	490	467	201	192
45	490	467	201	192
Total	490	467	201	192
Promedio	163	156	67	64
Porcentaje (%)	65.3	77.8	67.0	64.0



Fotografía 01: Evaluación de los parámetros en el vivero



Fotografía 02: Evaluación de parámetros en gabinete en la producción de
plantones.



Fotografía 03: Evaluación de parámetros en el establecimiento en campo definitivo de Eucalipto rosado



Fotografía 04: Parcela de Bolaina evaluada en la localidad de Quillabamba