

T  
631.86  
V38E



**UNAP**

**Facultad de  
Ciencias Forestales**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL**

**TESIS**

**“EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL DESARROLLO Y ESTADO  
FITOSANITARIO DEL REPIQUE DE *Pinus radiata* D. DON EN LA  
COMUNIDAD DE NUEVA UNIÓN-REGIÓN LA LIBERTAD”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

**AUTOR**

**RAFAEL ENRIQUE VELA RODRÍGUEZ**



505

**IQUITOS-PERU**

2011

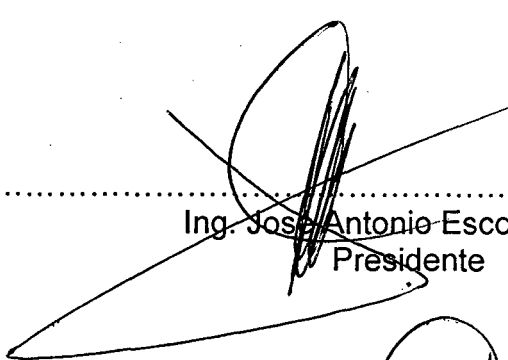
**DONADO POR:**  
*Rafael E. Vela Rodríguez*  
*Iquitos, 11 de Julio de 2011*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL

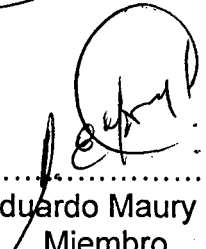
**“EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN EL DESARROLLO Y ESTADO  
FITOSANITARIO DEL REPIQUE DE *PINUS RADIATA*, D. DON, EN LA  
COMUNIDAD DE NUEVA UNIÓN – REGIÓN LA LIBERTAD”**

Tesis sustentada y aprobada el día 31 de agosto del 2011


MIEMBROS DEL JURADO




.....  
Ing. José Antonio Escobar Díaz  
Presidente



.....  
Ing. Ángel Eduardo Maury Laura, M.Sc.  
Miembro



.....  
Dra. Saron Quintana Vásquez  
Miembro



.....  
Dr. Jorge Luis Rodríguez Gómez  
Asesor

## DEDICATORIA

A mí querido Padre Dafnis Rafael Vela Rojas, por el apoyo brindado Para la culminación de mis estudios y ser un profesional a carta cabal.

Con eterna gratitud a mi querida Madre Silvia Rodríguez de Vela, por su abnegado sacrificio y su constante apoyo en mi superación.

A mí querido y recordado tío Manuel Gonzalo Vela Rojas por sus buenos consejos durante mi carrera profesional

## AGRADECIMIENTO

El autor expresa su sincero agradecimiento a:

El *Dr. Jorge Luis Rodríguez Gómez*, por su acertada dirección y asesoramiento en el presente estudio.

Al personal de la Dirección Regional Agraria La Libertad, Dirección Promoción Agraria La Libertad y Agencia Agraria Sánchez Carrión, en especial al Ing. Walter Novoa Miranda, Ing. Juan Julio Castro Marcelo e Ing. Juan Tam Córdova, del Proyecto "Mejoramiento de la producción forestal en las comunidades de los distritos de Sarín (provincia de Sánchez Carrión) y Santa Cruz de Chuca (provincia de Santiago de Chuco), Región La Libertad", por sus acertados consejos.

Al equipo técnico del mencionado proyecto, Ing. Jaime Luis García García, Ing. Teobaldo P. Quiroz Paucar, Ing. Samuel Parra Rengifo, Tco. Paulino Valle Nina y Tco. Hugo Torres Agreda; por el valioso apoyo incondicional brindado durante el desarrollo de la presente investigación.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron para que se hiciera posible la realización y culminación del presente estudio.

## INDICE

	Pág.
Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Lista de Cuadros	v
Lista de Figuras	vi
Resumen	vii
I INTRODUCCIÓN	1
II REVISION DE LITERATURA	2
2.1. Consideraciones generales	2
2.2. Descripción de <i>P. radiata</i> D. Don	4
2.3. Principales propiedades	5
2.4. Condiciones para su siembra	7
2.5. Usos de <i>P. radiata</i>	8
2.6. Vivero forestal	9
2.7. Tipos de viveros	10
2.8. Importancia de los viveros	11
2.9. Partes de un vivero	12
2.9.1. Almacigo	12
2.9.2. Métodos de desinfección del sustrato	13
2.9.3. Tipos de viveros	14
2.10. Repique	14
2.11. Micorrizas	16
2.12. Beneficio e importancia de las micorrizas	19
2.13. Experiencias relacionadas al tema	22
2.14. Diseño experimental	24
III MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. Lugar de ejecución	26
3.2. Accesibilidad	26
3.3. Clima	26
3.4. Ecología	26
3.5. Fisiografía	27

3.6. Suelo	27
3.7. Materiales	27
3.7.1. De campo	27
3.7.2. De gabinete	28
3.8. Método	28
3.9. Diseño experimental	28
3.10. Procedimiento	29
3.10.1. Instalación del vivero	29
3.10.2. Delimitación y construcción de camas de repique	30
3.10.3. Preparación del sustrato	31
3.10.4. Preparación de tierra micorrizada de pino	32
3.10.5. Desinfección del sustrato	32
3.10.6. Obtención de las semillas de <i>P. caribea</i>	32
3.10.7. Siembra en camas de almácigo	33
3.10.8. Siembra en camas de repique	34
3.10.9. Labores culturales	36
3.10.10. Determinación del diámetro basal y altura	37
3.10.11. Estado fitosanitario	37
3.10.12. Plagas y enfermedades	38
IV RESULTADOS	39
4.1. Crecimiento en altura de los plantones de <i>P. radiata</i>	39
4.2. Crecimiento en diámetro basal de los plantones de <i>P. radiata</i>	40
4.3. Estado fitosanitario	41
V DISCUSION	43
VI CONCLUSIONES	44
VII RECOMENDACIONES	45
VIII BIBLIOGRAFIA	46
ANEXO	48

## LISTA DE CUADROS

No.	Descripción	Pág.
1	Crecimiento en altura (cm) de plantones de <i>P. radiata</i> .	39
2	Crecimiento en diámetro basal (mm) de plantones de <i>P. radiata</i> .	40
3	Estado fitosanitario de los plantones de <i>P. radiata</i> a final del experimento.	41

## LISTA DE FIGURAS

No.	Descripción	Pág.
1	Mapa de ubicación del Distrito de Sarín.	49
2	Mapa de ubicación de la comunidad de Nueva Unión.	50
3	Secuencia de producción en almácigos con semillas botánicas.	51
4	Plano de ubicación de la cama de almácigo y repique.	52
5	Presentación de semillas de <i>Pinus radiata</i> D. Don.	53
6	Limpieza, alineación y apertura de camas del vivero Nueva Unión.	54
7	Siembra en almácigo de <i>Pinus radiata</i> D. Don.	54
8	Fumigación a las plántulas con fungicida Homai WP en el almácigo	55
9	Enfilado de semillas, llenado de bolsas de repique y preparación del sustrato para el repique	55
10	Repique de plántones de <i>Pinus radiata</i> D. Don.	56
11	Condiciones de los plántones de <i>P. radiata</i> D. Don, al momento de su evaluación.	57



## RESUMEN

El estudio se realizó en el vivero de la comunidad de Nueva Unión, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad, Perú, cuyas coordenadas UTM son: 174314 Este; 9118802 Norte y altitud entre los 2792 y 2924 msnm. El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes sustratos en el crecimiento en diámetro y en altura así como el estado fitosanitario de los plántones de *Pinus radiata* D. Don; asimismo se identificaron las plagas y/o enfermedades que ocurrieron durante el periodo de experimentación. Se utilizaron cuatro tipos de sustrato consistentes en (1) turba 50%, tierra agrícola 25% y arena 25%, (2) tierra de pino 10%, tierra agrícola 20%, turba 50% y arena 20%, (3) tierra de aliso 10%, tierra agrícola 20%, turba 50% y arena 20% y (4) tierra micorrizada de pino 10%, tierra agrícola 20%, turba 50% y arena 20%. Un diseño experimental de bloques completamente randomizados con 3 repeticiones por tratamiento permitió registrar el efecto de cada sustrato.

Los resultados revelan que los plántones sembrados en el sustrato (1) con tierra micorrizada de pino alcanzaron la máxima altura en promedio de 25,59cm y el mayor diámetro basal promedio de 7,73mm; en contraste, los plántones sembrados en el sustrato (1) solamente alcanzaron una altura de 10,08cm y diámetro basal de 5,37mm. El estado fitosanitario de los plántones fue bueno en todos los tratamientos y la única enfermedad que atacó inicialmente a las camas de almácigo fue la chupadera fungosa (damping off) la cual fue controlada con un fungicida específico.

## I. INTRODUCCIÓN

Los campesinos de comunidad Nueva Unión, La Libertad, se dedican mayormente al cultivo del maíz, trigo, papa, cebolla y otros sin mayores tecnologías que las tradicionales, utilizan las tierras ubicadas en laderas de los cerros, para lo cual cortan los pocos árboles que allí crecen, acción que conjuntamente con la tala ilegal por madereros furtivos y las actividades mineras contribuyen a la deforestación local que de no revertirse pone en peligro la supervivencia de estos campesinos así como la productividad y estabilidad de las tierras agrícolas.

Por tal razón, se está desarrollando el proyecto "Mejoramiento de la producción forestal en las comunidades de los distritos de Sarín (provincia de Sánchez Carrión) y Santa Cruz de Chuca (provincia de Santiago de Chuco), Región La Libertad", cuya finalidad es producir en vivero plantones de pino de buena calidad que puedan luego ser utilizada para reforestar las áreas degradadas y brindar en el futuro beneficios económicos y ambientales.

Este trabajo de tesis llevado a cabo en el marco del proyecto mencionado tuvo como objetivo de evaluar en vivero el efecto de diferentes sustratos en el crecimiento inicial en diámetro y altura y en el estado fitosanitario de los plantones de *P. radiata*.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Consideraciones generales

Desde la época de los 70 hasta la fecha, en el área que fue atendida por el proyecto "Mejoramiento de la producción forestal", se ha venido realizado producción forestal a pequeña escala, debido al gran abandono de la actividad agraria como consecuencia de la migración de la gente de los poblados hacia las grandes ciudades de la costa, por falta de oportunidades de trabajo y por la presencia del terrorismo. Como se entiende, existe un gran periodo de abandono, desánimo, desidia o conformismo de la población para dedicarse a la actividad agroforestal en la zona, produciendo, esto, un incremento de tierras deforestadas. Además, se aprecia, en este periodo de más de cuatro décadas de abandono, que, la población, ha venido acumulando costumbres que atentan contra el medio ambiente, lo cual crea la necesidad de corregir esta situación, propiciando en el poblador mayor conciencia en la recuperación del recurso bosque, mediante la capacitación técnica hacia un mayor conocimiento de la producción, manejo y aprovechamiento forestal (PRODIA ,1987).

Así, mediante esta práctica productiva, con más deforestación que reposición, la madera es utilizada, como leña para múltiples usos: en la preparación de alimentos, en hornos para la panificación industrial y artesanal, en la elaboración de tejas para techos de viviendas urbanas y rurales; como madera, para la construcción de viviendas y como material auxiliar en la industria de la construcción civil, para postes en potreros; del mismo modo, la madera es vendida ilegalmente a los asientos mineros para utilizarlos en socavones en minas de carbón, oro u otros usos ( PRODIA, 1987).

De acuerdo a diagnósticos realizados en las comunidades del distrito de Sarín, se conoce que la zona tiene un gran potencial forestal, por contar con vasto territorio desocupado, así como tener abundante agua y favorable clima; pero, actualmente, existen grandes parcelas de terreno, puesto que los agricultores de la zona escasamente desarrollan dicha actividad, por diversos factores como son la falta de conocimiento acerca de la actividad forestal, carencia de asistencia técnica, y sobretodo el desconocimiento de los beneficios medio ambientales que trae consigo dicha actividad. A esto se agrega la poca capacidad o interés que tienen los productores de integrarse y formar organizaciones que protejan el medio ambiente (Proyecto FAO/HOLANDA/INFOR, 1984).

De talleres de sensibilización realizados en el año 2008, previas al inicio del proyecto "Mejoramiento de la producción forestal", donde participaron autoridades y pobladores de la zona, se reporta que hubo un gran interés de los participantes por tener mayor conocimiento en todos los aspectos relacionados a la forestación y/o reforestación. En tal sentido, las autoridades quedaron comprometidas con los pobladores para desarrollar actividades de capacitación técnica en producción de especies forestales (Usuga *et al.*, 2008).

Por todo ello, el proyecto "Mejoramiento de la producción forestal" identificó como problema principal la baja producción forestal en las comunidades de los distritos de Sarín (Provincia de Sánchez Carrión) y Santa Cruz de Chuca (Provincia de Santiago de Chuco) en la Región La Libertad; por esta razón, el proyecto, considera primero, realizar el programa de forestación con dos especies: pino y eucalipto, que servirán para recuperar los suelos degradados de la zona, con tendencia a mejorar la economía y calidad de vida de los pobladores del distrito.

Este proyecto, esta financiado por el Gobierno Regional La Libertad en un 89.97% con recursos de Canon y Sobre Canon y, la diferencia (10.03%), es asumida por los beneficiarios (R. Vela; apreciación personal, 2009).

## 2.2. Descripción de *P. radiata* D. Don

Wikipedia.es (2010), menciona la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	Plantae
División	Pinophyta
Clase	Pinopsida
Orden	Pinales
Familia	Pinaceae
Género	<i>Pinus</i>
Especie	<i>P. radiata</i>

Nombre binomial: *Pinus radiata* D. Don

Nombre Común: pino de California, pino de Monterrey, pino Insigne.

Sinónimo: *Pinus insignis*.

Es una conífera originaria del suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica, principalmente California, de rápido crecimiento, de porte cónico en su juventud y en su cúpula en los ejemplares maduros. Llega a medir 40m de altura, perennifolio o verde todo el año. Corteza de color negro, contrasta con las hojas, no coriáceas y verde brillante. Hojas aciculares en fascículos de tres en tres, largas de 7-15 cm., finas, de color verde brillante. Frutos en forma de conos, estróbilos o piñas largos (7-15cm x 5-8cm), en grupos de 2-5, muy asimétricos, con apófisis de las escamas muy prominentes, semillas de 5-8 mm Muy sensible al frío y heladas, resiste bien el viento, suelos arenosos, ácidos y profundos. Se

multiplica por semillas. Posee una copa aplanada o abovedada en su madurez, con ramas inferiores extendidas. Tiene el tronco recto con ritidoma grueso de color pardo-rojizo. Las hojas de aguja de unos 15cm de longitud, agrupadas en tres. Estróbilos ovoides de 7-14 cm de longitud, agrupados en parejas o verticilos de 3-5, con escamas externas muy prominentes.

*P. radiata* ha sido introducida en Europa, Nueva Zelanda, Sudoeste de Australia, Chile, Brasil y Sudáfrica. Las mayores plantaciones están en Chile y Nueva Zelanda, donde estas exceden el 80% de la superficie total de plantación. Esta especie es cultivada en muchos países del mundo para hacer repoblaciones, principalmente por la rapidez de su crecimiento. En la Península Ibérica se ha introducido sobre todo en la zona norte con el fin de aprovechar su madera para la fabricación de pasta de papel. Se encuentra en zonas de baja altitud de las Comunidades Autónomas de Asturias, Cantabria y País Vasco; y excepcionalmente en algunas de Andalucía como Málaga, Cádiz y Sierra Morena.

La densidad de plantación mas utilizada para el pino es de 1250 árbol/ha, lo que implica plantar a 2,83m x 2,83m. En cuanto a su volumen, es variable y depende de las condiciones de suelo y clima donde se realice la plantación. Por ejemplo, en Valparaíso se puede esperar 300m<sup>3</sup> de madera; en Talca 375m<sup>3</sup>; en Concepción 450m<sup>3</sup> y en Valdivia, 500m<sup>3</sup>.

### **2.3. Principales propiedades**

*P. radiata* presenta un tronco recto bastante cónico, con coeficiente mórfico a los 25 años de edad alrededor de 0,45 aumentando con la menor calidad de la masa, no teniendo en relación el coeficiente mórfico con la densidad de la masa (maderas.com, 2010); el peso específico de las trozas varía bastante con la época

de apeo oscilando entre  $1075 \text{ kg/m}^3$  en el mes de julio y  $936 \text{ kg/m}^3$  en el mes de marzo. El peso de las trozas baja rápidamente por la acción de su secado al aire libre así por ejemplo en dos meses el peso de las trozas pasa a ser de  $700 \text{ kg/m}^3$ . La característica más notable de la madera de *P. radiata* es el bajo porcentaje de contenido de resinas, que oscila entre 0,25% y 3%, con un valor medio de 1,18%; también es destacable el contenido en celulosa que oscila alrededor del 57,5%. Es una madera de alta densidad ( $960 \text{ kg/m}^3$ ) y alta dureza, la más alta de los pinos peninsulares.

En cuanto a sus características mecánicas, si bien en valores absolutos de resistencia a la rotura son bajos, sus cotas indicando la buena disposición de su madera a los esfuerzos mecánicos, es resiliente, elástica, muy flexible, mediante tenaz y adherente. El aserrado se debe realizar lo más rápidamente posible dado su disposición al ataque de hongos. La mayor o menor facilidad de penetración de las herramientas de corte en la madera viene determinado por su dureza. La relativa alta dureza hace recomendable que para el aserrado se utilicen sierras con ángulo de ataque no muy elevado y el paso muy corto, de forma que disminuyan los esfuerzos sobre los dientes logrando una mejor calidad en el aserrado y una mayor dureza de las sierras. Como se indicó anteriormente, la disposición de la madera al ataque de los hongos, su elevada contracción volumétrica y su relativa facilidad por secarse al aire, aconsejan proceder al secado inmediatamente después del aserrado, ya sea al aire libre o en condiciones de humedad, temperatura y velocidad del aire controladas.

Las propiedades mecánicas de la madera al 12% de contenido de humedad presenta los siguientes valores: flexión estática  $874 \text{ kp/cm}^2$ , flexión dinámica 0,37

kp/cm<sup>2</sup>, MOE 90 000 Kp/cm<sup>2</sup>, compresión axial 434 kp/cm<sup>2</sup>, compresión perpendicular 58 kp/cm<sup>2</sup>, cortadura radial 97 kp/cm<sup>2</sup>, cortadura tangencial 107 kp/cm<sup>2</sup>, tracción perpendicular 23,5 kp/cm<sup>2</sup> y dureza Monnin 1,8 (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) y ZTB).

La duración natural de la madera de *P. radiata* es similar a la del resto de los pinos, es decir, baja. No obstante, dada la porosidad de su madera los tratamientos preventivos contra agentes bióticos o abióticos son fácilmente aplicables.

Papelnet.cl (2010), menciona las siguientes propiedades del pino:

Duramen de color castaño y albura blanco-amarillenta; nudos normalmente sanos, firmes de color castaño a oscuro; anillos de crecimiento notorios; fibra recta, excepto en anillos próximos a la médula; textura homogénea; olor levemente resinoso, contracción tangencial 7%, contracción radial 4,2%; contracción volumétrica 11,2%; baja durabilidad con vida útil inferior a los 5 años; albura y duramen fácil de tratar, retención >240 kg/m<sup>3</sup>.

#### **2.4. Condiciones para su siembra**

El Proyecto Fao/Holanda/Infor (1984), manifiesta que *P. radiata* demostró capacidad de crecer bien en muchas partes de la sierra peruana (incluyendo condiciones secas, alcalinas y frías), aunque, manifiesta también, que hay que dudar recomendar plantar esta especie donde la mayor parte de la precipitación ocurre en forma de llovizna durante los meses calurosos; por lo tanto, es importante determinar con mayor precisión las localidades donde el *Dothistroma pini* podría ser un riesgo y donde no, antes de descartar la especie como prometedora para tal ámbito del Perú. Wikipedia (2010), menciona que el pino se



desarrolla mejor suelos silíceos y muy profundos, prefiere climas templados o cálidos, puesto que no soporta las temperaturas muy bajas, ni las heladas, y necesita bastante humedad, aunque tolera algo de sequía estival.

### **2.5. Usos de *P. radiata***

Esta especie es de gran interés para la industria por la calidad de su madera y su rápido crecimiento, que hace que su cultivo comience a dar beneficios en pocos años. Su madera se aprovecha para diferentes fines, entre las que destacan la pulpa para papel y la fabricación de tableros de partículas (Wikipedia (2010)). La madera de *P. caribea* es fácil de trabajar y presenta condiciones adecuadas para las operaciones de clavado y atornillado; tiene propiedades favorables frente al cepillado y moldurado, soporta bien el torneado, se mecaniza con facilidad, permite la unión entre piezas sin dificultades y las operaciones de lijado y acabado se realizan sin problemas. Por todo ello, es una madera de buen rendimiento en la mayoría de las transformaciones mecánicas (agrobyte.com/agrobyte/publicaciones/pinoradiata, 2010).

InfoJardín (2010), manifiesta que debido a su rápido crecimiento, se ha utilizado ampliamente en repoblaciones forestales para la obtención de madera destinada a la fabricación de pulpa para papel. Además sirve como cortina cortaviento en campo abierto. Las principales aplicaciones o usos de la madera de *P. radiata* es en la fabricación de muebles, tableros y aglomerados, parihuela, envases, embalajes, etc. (maderas.com (2010)).

El secado al aire libre se realiza de forma relativamente rápida, no obstante se recomienda un apilado de forma que favorezca la buena circulación del aire pues de lo contrario la madera corre el riesgo de azularse. La duración del secado

depende de las condiciones climáticas propias del lugar donde se realiza el secado, la época del año, la humedad inicial y final de la madera y del espesor de ésta; a nivel simplemente indicativo, maderas de 12mm a 18mm de espesor necesita alrededor de 2 meses para alcanzar entre el 15% y 18% de humedad hasta la primavera siguiente. Para el secado en secaderos tradicionales, la elevada contracción volumétrica de esta madera, aconsejan realizar un secado relativamente cuidados para la gradiente de humedad y temperatura del secadero.

## **2.6. Vivero forestal**

El Ministerio de Educación (1995), define el vivero como un área destinada a la producción de plántones bajo cuidados y técnicas especiales. Se tiene que entenderla, como un área de experimentación, un lugar de reunión, una aula de campo, un centro de capacitación e intercambio de experiencias, es entonces un puente de unión y comunicación entre el técnico, el campesino y la comunidad (**Equipo del Proyecto Faces, 2006**). Además, señala, que los viveros constituyen la base fundamental en todo programa o proyecto de replantación agroforestal (huertas, potreros, laderas y cerros). De una manera muy general y técnica, podrían definirse como lugares destinados a la producción de diversas especies de plantas de uso múltiple y donde es necesario prodigar una serie de cuidados técnicos a las plantas antes de su plantación definitiva. Así mismo, indican que, dentro del contexto agroforestal y agro ecológico, el establecimiento de viveros para la producción de plantas juega un papel muy importante e imprescindible para el desarrollo rural, puesto que es, en el vivero, donde se multiplican las especies que requieren los campesinos y productores para mejorar sus sistemas

agrícolas y agroforestales. De su manejo técnico dependerá el éxito o fracaso de los programas de reforestación y replantación agroforestal.

## **2.7. Tipos de viveros**

El Ministerio de Educación (1995), menciona que los viveros forestales, usualmente, son diferenciados bajo tres criterios: cantidad de producción, institución o personas que lo dirigen y la finalidad que se persigue. De acuerdo a ello tenemos las siguientes clases:

- a. **Viveros de producción:** son aquellos en los que se producen plántones a gran escala. Estos normalmente son promovidos por instituciones estatales y no estatales que se dedican a la promoción de la actividad forestal.
- b. **Viveros comunales:** son conducidos por las comunidades campesinas, cuya producción anual está calculada de acuerdo a las necesidades y recursos particulares de cada comunidad, pero que en todo caso la cantidad producida es menor que el de producción a gran escala.
- c. **Viveros familiares:** Son de pequeñas dimensiones, orientadas básicamente a satisfacer las necesidades forestales y/o económicas de las familias que los conducen.
- d. **Viveros escolares:** son aquellos que son conducidos por los niños en sus centros de enseñanza, cuyo objetivo es básicamente educativo.

El Equipo del Proyecto Faces (2006), indica que los viveros forestales, de acuerdo con la permanencia y magnitud, se clasifican en viveros permanentes y viveros temporales. Los viveros permanentes son aquellos en que se producen plantas a mediano y largo plazo (más de cinco años), requieren una mayor inversión inicial para el correcto establecimiento de las infraestructuras ya que suelen contar con

un equipamiento más complejo (bodegas, bombas de agua, sistemas de riego) son más frecuentes en grandes explotaciones en las que se producen plantaciones rotatorias, y por tanto necesitan una producción anual homogénea. Los viveros temporales, denominados también volantes o estacionarios, son pequeños y se establecen en el mismo lugar donde se realizan las plantaciones, por una temporada. Este tipo de vivero no requiere la construcción de infraestructuras complejas.

Otra clasificación de viveros basada en la intencionalidad de la producción es la siguiente (Equipo del Proyecto Faces, 2006):

- a. **Viveros comerciales:** su fin primordial es la venta de plántulas de diversas especies (forestales, frutales, ornamentales y hortícolas).
- b. **Viveros de investigación:** son aquellos que forman parte de un experimento, su producción es específica y destinada a ensayos experimentales.
- c. **Viveros forestales de producción específica:** abastecen programas o proyectos concretos de reforestación masiva.
- d. **Viveros agroforestales de interés social:** incluye una amplia gama de viveros destinados para fines de producción como de desarrollo social, y pueden denominarse viveros comunales, escolares y familiares.

## 2.8. Importancia de los viveros

La Editorial Cultural (2003), menciona que una de las maneras de producir y seleccionar plantas jóvenes para la producción forestal, que más ampliamente está extendiéndose, es, mediante el uso de viveros. El Equipo del Proyecto Faces (2006), señala que los beneficios ambientales generados en los viveros se basa en que, además de proporcionar la materia prima para el establecimiento de

plantaciones, es posible mantener un determinado espacio para la reproducción de árboles autóctonos o nativos, en las que se obtendrán con fines de reforestación plantas bien lignificadas, libre de plagas y de una excelente calidad que se adaptaran fácilmente a las condiciones climáticas imperantes, por lo que la construcción de estas instalaciones estará ligada también a la protección del ambiente, cuencas, ríos, mejoramiento de microclima, mayor infiltración e agua y reducción de las pérdidas del suelo.

## **2.9. Partes de un vivero**

### **2.9.1. Almacigo**

El Ministerio de Educación (1995), precisa que los almacigos son espacios debidamente acondicionados destinados a la germinación de las semillas. Usualmente, una cama de almacigo tiene una forma cuadrada o rectangular, sus dimensiones son variables, a excepción del ancho y la profundidad. Un almacigo por lo general está formado por dos capas, la primera denominada gravilla y la segunda llamada sustrato. La gravilla está compuesta por piedras pequeñas o restos del zarandeo de la tierra cuya función es la de facilitar el drenaje; esta capa deberá tener de 10 a 12 cm de espesor. El sustrato es una mezcla homogénea de tierra agrícola, turba o tierra negra y arena; las proporciones de esta mezcla varían de acuerdo al tipo de suelo de la localidad y especies a producir. Es una capa superficial donde se depositarán las semillas para la germinación; por ello deberá ser lo suficientemente suelto y profundo como para facilitar la germinación y el drenaje del agua.

Una forma práctica de reconocer la textura adecuada del sustrato es humedeciendo en la mano una porción de sustrato tratando de formar una bolita;

ésta se deja caer sobre una piedra o un piso duro desde una altura aproximada de 1 metro. Si se raja a manera de una rosa, el sustrato es bueno; si permanece íntegra es un sustrato pesado, por lo que se debe agregar arena y turba; si por el contrario se desmorona completamente el sustrato es muy suelto, y se debe agregar tierra agrícola.

### **2.9.2. Métodos de desinfección del sustrato**

El Ministerio de Educación (1995), menciona que la desinfección del sustrato es muy importante ya que prevenimos el ataque de agentes patógenos, como los hongos e insectos; para evitarlos es conveniente desinfectarlo. Son comunes los siguientes métodos:

- a. **Agua hervida:** Se aplica en forma pareja sobre la cama de almácigo con la regadera de ducha fina a razón de 10 litros por metro cuadrado; se cubre la cama con un plástico u otro material que permita mantener el calor durante dos o tres días, tiempo prudencial que garantiza la desinfección de la mezcla; se repetirá el mismo procedimiento hasta dos o tres veces.
- b. **Solución de formol 40%:** Se aplica sobre la cama de almácigo en una proporción de 250cm<sup>3</sup> de formol 40% en 15 litros de agua para 3m<sup>3</sup> de almácigo; en un recipiente; se verterá con la regadera de ducha fina y se cubrirá por 48 horas la cama con un plástico u otro material para que los gases del formol no se escapen; al término de este periodo se destapará y se removerá para airear el sustrato y, al mismo tiempo, se ventilará hasta para que se vaya todo el olor a formol.
- c. **Radiación solar:** Se somete al sustrato por 7 días a los embates de la radiación solar, removiendo la mezcla unas 3 o 4 veces.

### 2.9.3 Tipos de almácigos

El Ministerio de Educación (1995), menciona que existen varios tipos de almácigos: hundidos, semi hundidos y altos. Además justifica que cada tipo responde a las condiciones climáticas en las que se trabaja. Los que mejor se adecuan a las condiciones de la sierra son los dos primeros.

### 2.10. Repique

El Ministerio de Educación (1995), menciona que la operación de trasplante de plántulas a las bolsas se denomina repique; a partir de este instante, la plántula pasa a denominarse plantón. Además, indica que las camas de repique son pozas rectangulares a donde serán trasplantadas las plántulas obtenidas en el almácigo. En este lugar permanecerán hasta alcanzar el tamaño adecuado para plantarlas en el terreno definitivo y las principales operaciones básicas para el repique son:

- a. **Embolsado.** Esta operación consiste en llenar las bolsas de polietileno u otro tipo de envase con el sustrato previamente preparado, que viene a ser del mismo tipo que se preparó para el almacigado.
- b. **Enfilado.** A medida que se van llenando las bolsas se las coloca dentro de la cama de repique, de modo que queden unas al lado de otras formando hileras regulares; Se debe cuidar que las bolsas no queden aplastadas unas contra otras porque así pierden su forma cilíndrica, dificultando el repique, el drenaje y la buena formación radicular.
- c. **Riego previo.** Se hace tanto a las bolsas llenas de sustrato como al almácigo donde se hallan las plántulas. En el primer caso, es conveniente regar con un día de anticipación y en cantidad suficiente que garantice que el sustrato esté húmedo para el momento del repique. En el segundo caso, al almácigo, se

debe regar una o dos horas antes de la extracción de las plántulas, de tal suerte que el sustrato este suave y no se dañen las raíces al momento de sacarlas.

- d. **Extracción de las plántulas.** Con un palito o un instrumento apropiado se remueve el sustrato alrededor de las plántulas, luego se toman las plántulas por las hojitas (nunca por el tallo porque todavía es muy débil), y se las saca suavemente, con la mayor precaución posible para que no se dañe el sistema radicular; posteriormente, se procede a deshacer los terrones con las manos y se las coloca en un recipiente con un poco de agua, cuidando siempre de no exponerlas al sol.
- e. **Selección de plántulas y poda de raíces.** Se deben eliminar las plántulas mal formadas, con tallo torcido, raíz mal formada o con ataque de hongos. Se poda las raíces de las plántulas seleccionadas, que tengan más de 5 ó 6 cm, cuidando que la longitud de las raíces no sea mayor que el tamaño del tallo; luego se colocan en un recipiente con agua y barro suelto, cuidando siempre de no exponerlas al sol.
- f. **Repique.** Se hace un hoyo de entre 6-8 cm en el centro de la bolsa, con un instrumento que se llama repicador, lo suficientemente profundo como para que permita introducir la plantita sin doblar la raíz; cogiéndolas por las hojitas se introduce la plantita en el hoyo hasta el nivel del cuello de la raíz; se rellena el hoyo con el mismo sustrato preparado y se espolvorea la micorriza y luego se apisona ligeramente con los dedos con la finalidad de evitar que queden bolsas de aire en el interior del hoyo.



**g. Riego y tinglado.** A medida que avanza el repicado, también debe regarse y poner el tinglado a una altura de 30cm. Tener en cuenta que el tinglado debe sobrepasar las camas de repique. El repique ocurre normalmente entre los 20 y 30 días después de la germinación. El tamaño de las plantitas es un buen indicador para el repique, por ejemplo: el *Pinus* spp. debe presentar forma como de "fosforito" (PRODIA, 1987).

### **2.11. Micorrizas**

Trujillo (s/f), define a las micorrizas como la asociación entre el sistema radical de las plantas y un hongo del suelo; además menciona que, en las micorrizas no se encuentra un grado de especificidad ni por parte del hongo ni por parte de la planta, puesto que un sistema radical puede ser colonizado por varias especies de hongos a la vez y un hongo puede colonizar simultáneamente raíces de varias especies vegetales que crecen cerca. Pero existen, sin embargo, diferencias en el grado de compatibilidad entre las especies tanto de vegetales como de hongos.

Las micorrizas generalmente se clasifican en dos grandes grupos: las ectomicorrizas, que viven en el exterior de la raíz formando una capa que las envuelve por completo, y las endomicorrizas, que viven en el interior de las raíces. Las endomicorrizas se encuentran en aproximadamente el 96% de las plantas. Se dividen en varios grupos, siendo el más importante aquel de las llamadas micorrizas arbusculares que se distribuyen en todos los continentes (excepto en la Antártica) y que colonizan a una gran cantidad de especies vegetales. Son poco específicas, una especie puede infectar un gran número de plantas. Son mucho menos sensibles a las agresiones externas que las ectomicorrizas, sus esporas germinan con facilidad alejadas de raíces vivas y pueden crecer

considerablemente sin contacto con ninguna raíz durante meses. Como su nombre lo indica, viven en el interior de la raíz, en donde emiten unas estructuras llamadas hifas, las que se subdividen formando estructuras con forma de árbol (arbúsculo), dando origen al grupo de hongos micorrícicos más abundante que se conoce hoy en día.

Las ectomicorrizas se encuentran en apenas un 3% de las plantas, entre las que destacan los pinos, los abedules, las hayas, los robles y los eucaliptos. Se desarrollan en el exterior de las raíces formando una auténtica capa que las envuelve llamada manto, creciendo hacia el interior entre las células formando una zona llamada "red de Harting". Las ectomicorrizas en general son bastante específicas, lo que quiere decir que una especie de hongo solo puede vivir con una o unas pocas especies de plantas. Si bien un gran número de plantas pueden formar tanto endo como ectomicorrizas. Las ectomicorrizas en general sobreviven sólo durante cortos períodos de tiempo si no están sobre una raíz viva y además, aunque sus esporas pueden germinar sin contacto con una raíz, su crecimiento es muy limitado (2 a 10 días) y luego mueren; son además muy sensibles a factores ambientales.

Existen también algunos grupos de plantas que forman tanto endo como ectomicorrizas; por ejemplo Salicaceae, Juglandaceae, Tilicaceae, Mirtaceae, Caesalpinaceae, Juniperus, Chamaeciparis y Quercus.

El Ministerio de Educación (1995), define micorriza como un término utilizado para designar al proceso de unión íntima de la raíz de ciertas especies de árboles (pino, aliso, otros) con determinados hongos. Estos hongos se aprovechan de las raíces para vivir, pero ayudan también a la vida de los árboles.

ADEFOR (s/f), indica que las micorrizas son asociaciones benéficas entre las raicillas de las plantas superiores y los hongos. Las raicillas adquieren la forma de una "Y"; los tallitos de los hongos (hifas) que envuelven las raicillas ponen en contacto a la raíz con el suelo, provocando la absorción de agua y nutrientes.

Davey (1984), afirma que cuando no hay plántulas de hongo micorrizal, el mejor método para inocular el suelo o el medio de enraizamiento (sustrato), es con cultivos puros del hongo micorrizal tal como el *Pisolithus tictorius*, bien sea en hifas o en esporas. Además menciona que, la inoculación de plántulas del vivero se logra poniendo tierra del campo o agujas de pino de plantaciones vigorosas directamente sobre las camas del vivero; a medida que la plantación de inoculantes se desarrolla, eventualmente se hace innecesaria la inoculación del vivero ya que las esporas del hongo hectomicorrizal son aerotransportadas y una vez que son suficientemente abundantes en una región la inoculación se hace naturalmente. Davey (1984), menciona que se debe mezclar entre 0,5 y 1,0 kg. de inóculo micorrizal por metro cúbico de sustrato para que éste se encuentre listo para ser usado.

Becerra y Cabello (2007), mencionan que los hongos del suelo pertenecientes a los Glomeromycota (Schübler *et al.*, 2001), forman una relación simbiótica con la mayoría de las especies de plantas llamada micorrizas arbusculares (MA), (Smith & Read, 1997). También mencionan que, en la colonización MA se reconocen dos tipos anatómicos principales: *Arum* y *Paris* descritos por Gallaud (1905). En el tipo *Arum*, las hifas crecen intercelularmente en la corteza radical y forman arbusculos finos y altamente ramificados dentro de las células. En el tipo *Paris*, las hifas

forman circunvoluciones intraradicales y, ocasionalmente, se forman estructuras semejantes a arbusculos e hifas arbusculares (Karandashov & Bucher, 2005)

## **2.12. Beneficios e importancia de las micorrizas**

Salamanca *et al.* (2005), mencionan que el uso de hongos micorríticos, para la producción de las plantas en la etapa de vivero, se puede considerar como una práctica obligatoria del viverista con posibilidades económicas y ecológicamente justificables al aumentar la nutrición y calidad del cultivo y así la producción para contribuir a una agricultura más sustentable y menos dependiente de los insumos. Los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA), juegan un papel importante en el crecimiento y la nutrición de las plantas superiores, especialmente las que presentan mayor dependencia de las MA como son la mayoría de especies frutales y forestales. Los beneficios de la inoculación con HMA efectivos se expresan en una mayor supervivencia de las plántulas, mayor crecimiento en menor tiempo, reducción del tiempo de estadía en vivero, ahorro en costos de fertilización, mayor producción y calidad del producto. La modificación del sistema radicular por la asociación simbiótica con los HMA contribuye a mejorar la absorción y transporte de agua y nutrientes del suelo a la raíz, por el incremento en el volumen de suelo explorado lo cual se refleja en un mayor desarrollo vegetal (Sieverding *et al.*, 1991; citados por Salamanca *et al.*, 2005).

Por lo general los sustratos usados en vivero se tratan con biocidas para eliminar los patógenos y las semillas de malezas, proceso que elimina o reduce los HMA nativos y afecta la captación de nutrientes especialmente el fósforo y otros como el compost no contienen propágulos, por lo cual la introducción de inóculos de

HMA ha tenido éxito en suelos desinfectados. El uso de sustratos apropiados para las plantas de vivero con proporciones óptimas de suelo en mezcla con materiales orgánicos e inorgánicos, permiten mejorar la estructura del suelo, favorecen la aireación y aumentan la capacidad de retención de agua (Sieverding y Barea, 1991; Davies y Albrigo, 1994; citados por Salamanca *et al.*, 2005).

Usuga *et al.* (2008), mencionan los siguientes beneficios de las micorrizas en el desarrollo de las plantas:

- *Mayor desarrollo de biomasa;* como consecuencia de la micorrización la planta experimenta un considerable aumento en su biomasa debido principalmente al mejoramiento de la nutrición mineral del vegetal inducida por el hongo.
- *Nutrición mineral de la planta;* existe un aumento en la absorción de nutrientes minerales del suelo, lo que se expresa en un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas. Sobre todo aquellos minerales de lenta difusión en el suelo (P, Cu y Zn). La adquisición de fosfato es de vital importancia para la planta, por su papel clave en los sistemas biológicos, es sabido que las plantas micorrizadas captan fosfato más eficientemente que las raíces solas. Gracias al mejoramiento de la nutrición fosforada, aumenta también la adquisición de elementos nitrogenados por parte del vegetal.
- *Mejora en las relaciones hídricas de la planta;* las micorrizas mejoran las relaciones hídricas de las plantas, especialmente en aquellas que crecen en suelos más secos, en donde las micorrizas aumentan la resistencia al estrés hídrico. Esto se debe a que las hifas externas del hongo pueden captar agua

más lejos de la zona de deficiencia hídrica, que normalmente rodea a las raíces en condiciones de sequía.

- *Influencia de las micorrizas en la fotosíntesis*; la tasa fotosintética es mayor en las plantas micorrizadas. Esto se debe a la mejora en la nutrición fosforada, ya que la disponibilidad de fosfato inorgánico puede ser un factor limitante en este proceso.
- *Incremento de la tolerancia de la planta a patógenos*; la micorrización induce una mayor tolerancia de las raíces a agentes patógenos, se cree que una de las razones podría ser el que la planta al estar mejor nutrida, se encuentra en una condición fisiológica mejor frente al patógeno o tal vez la micorriza pueda actuar directamente protegiendo al sistema radical, a través de procesos bioquímicos; su importancia está relacionada a la toma de nutrientes, especialmente el fósforo (P) que interviene en el desarrollo de un buen sistema radicular, en la resistencia de las plántulas a la sequía y a agentes patógenos que producen la chupadera fungosa y de algunas toxinas del suelo; igualmente, confieren especial resistencia al excesivo calor y la extrema acidez del suelo.

Usuga *et al.* (2008), mencionan que numerosos estudios han descrito que la inoculación micorrítica produce beneficios en los cultivos tales como: estimulación del enraizamiento y crecimiento de las plántulas, mejora de la supervivencia y desarrollo durante la aclimatación de plantas micro propagadas, reducción de los requerimientos externos en fosfato, incremento de la resistencia de las plantas al ataque de patógenos que afectan la raíz, mejora la tolerancia por estrés abióticos, precocidad en la floración y fructificación, incremento en la producción de frutos y



uniformidad en la producción. También menciona que actualmente, no existe ninguna duda respecto a que las micorrizas son una parte esencial del ecosistema forestal y tienen un potencial real de aplicación en los programas forestales de todo el mundo.

### **2.13. Experiencias relacionadas al tema**

Salamanca y Cano (2005), desarrollaron ensayos para producir plantas *P. radiata* por medio de propagación vegetativa mediante el método de estaquillado, utilizando sustratos con diferentes porcentajes de corteza de pino, arena, turba y suelo de vivero, con el fin de determinar en cuál sustrato ocurre el mejor desarrollo de las raíces y el mayor crecimiento en altura y diámetro, además de la influencia de tres familias; para cuyos datos fue aplicado un análisis estadístico en base al diseño de parcelas divididas. Para la evaluación de los sustratos se realizó un análisis químico, analizando el porcentaje de micronutrientes, macronutrientes, materia orgánica, carbono orgánico, pH, relación carbono nitrógeno, conductividad eléctrica y capacidad de intercambio catiónico. Mediante el análisis de varianza se determinó la no existencia de diferencias significativas entre los sustratos y la existencia de diferencias significativas entre las familias, para las tres variables analizadas.

Salamanca y Cano (2005), realizaron una investigación para demostrar los beneficios de las micorrizas en el crecimiento y nutrición de las plantas bajo condiciones de vivero. Utilizaron dos mezclas de micorrizas (nativa e introducida) y tres tipos de sustrato (suelo-arena 1:1; suelo-arena-cascarilla de arroz 2:2:1; y suelo-arena-compost porcino 2:2:1) y cinco especies perennes (*Citrus reshni*, *Eugenia stipitata*, *Bactris gasipaes*, *Persea americana* y *Anadenanthera*

*peregrina*). Se tomaron como parámetros de crecimiento de la planta, la altura y el diámetro del tallo, el volumen de la raíz y de la biomasa, así como, la absorción de nutrientes. Observaron una mayor dependencia de las micorrizas por las especies *Citrus reshni* y *Eugenia stipitata* con respecto a *Bactris gasipaes*, *Persea americana* y *Anadenanthera peregrina*. Se presentó respuesta diferencial de las especies vegetales por el sustrato, donde *Citrus reshni*, *Persea americana* y *Anadenanthera peregrina* presentaron mayor respuesta al compost mientras, *Eugenia stipitata* y *Bactris gasipaes* tuvieron mejor comportamiento a suelo-arena y cascarilla. La mejor respuesta de las micorrizas al sustrato compost porcino, es debida probablemente al aporte en el contenido de materia orgánica que permite mejorar la estructura del suelo, favorece la aireación y la retención de agua.

Becerra y Cabello (2007), describieron por primera vez la asociación de *Alnus acuminata* Kunth "aliso del cerro" con el hongo formador de micorrizas arbusculares (MA) *Glomus intraradices* Schenk & Smith. En un bioensayo en invernadero, inocularon plantines de *A. acuminata* con fragmentos radicales de *Medicago sativa* L. colonizados por *G. intraradices*, el empleo de raíces colonizadas corresponde con la situación que se da en las comunidades boscosas deciduas, donde la mayor fuente de inóculo de MA son los fragmentos radicales. Se describe la colonización MA, correspondiente al tipo anatómico *Arum* (hifas y vesículas intra e intercelulares). Se establece la funcionalidad de la simbiosis por la presencia de arbusculos en las células corticales de la raíz. Este bioensayo pone en manifiesto la micotrofia de *Alnus acuminata* – *Glomus intraradices* se asocia a esta especie forestal y su tipo anatómico corresponde a *Arum*.



### 2.14. Diseño experimental

Vanderlei (1991), El diseño estadístico de bloques completamente randomizado se ha constituido en el más utilizado para las investigaciones de los recursos naturales renovables debido a su simplicidad, flexibilidad y alta precisión. Los experimentos que utilizan este diseño tienen en consideración los tres principios básicos de la investigación que son: repetición, randomización y control local. Cada bloque contiene o incluye todos los tratamientos y estos son distribuidos aleatoriamente; cada bloque deberá ser lo más uniforme posible. Cuando tenemos duda sobre la homogeneidad del ambiente donde el experimento será conducido o si tenemos seguridad de su heterogeneidad, debemos utilizar el diseño en bloque completo randomizado, que es más eficiente que el diseño experimental simple al azar.

Dependiendo de la uniformidad del área experimental, en un experimento por ejemplo para cuatro tratamientos, se puede tener las siguientes formas para los bloques:

A	B	C	D
---	---	---	---

A	C
B	D

A	C	B
D		

El diseño de bloques completo randomizados presenta ciertas ventajas en relación a los otros diseños, tales como:

- La pérdida de uno o más bloques o de uno o más tratamientos en nada dificulta el análisis estadístico.
- Presenta estimativas menos elevadas del error experimental.
- El análisis estadístico es relativamente simple.

- Permite, dentro de ciertos límites, utilizar cualquier número de tratamientos y de bloques.
- Controla la heterogeneidad del ambiente donde es conducido el experimento.
- Presenta un número razonable de grados de libertad para el error.

A pesar de las ventajas citadas, este diseño presenta las siguientes desventajas:

- Exige que el cuadro auxiliar del análisis de varianza esté completo para efectuar el análisis estadístico.
- El principio del control local es usado con poca precisión.
- Hay una reducción del grado de libertad para el error, por la utilización del principio del control local.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

Los experimentos se llevaron a cabo en el vivero forestal de la comunidad de Nueva Unión, distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad, zona noroccidental del Perú, entre las como coordenadas UTM 174314 Este y 9118802, a una altitud entre los 2792 y 2924 msnm (Figura 1 del Anexo).

#### **3.2. Accesibilidad**

La vía principal de acceso a la zona de Nueva Unión es la carretera de penetración asfaltada desde Trujillo a Otuzco, luego por una carretera afirmada en los tramos Otuzco-Huamachuco-Cerpaquino y luego un camino de herradura en el tramo final: Cerpaquino-Nueva Unión. La distancia recorrida entre Trujillo y Huamachuco es de 181km en un tiempo aproximado de 8 horas en carro (Figura 2 del Anexo).

#### **3.3. Clima**

La comunidad de Nueva Unión se ubica en la parte central de la sierra del departamento de La Libertad, por lo que se registra un clima relativamente templado en la parte baja y frígido en las alturas, entre los 17°C en las mañanas y 14°C por las noches. Se presentan lluvias persistentes en los meses de diciembre a abril y periodo seco de mayo a noviembre

#### **3.4. Ecología**

La zona de vida forma parte del boque húmedo-montano bajo sub tropical (bh-MBS) (INRENA, 1995), geográficamente, ocupa los valles interandinos en su porción intermedia entre los 1800 y 3000 msnm. La vegetación natural clímax

prácticamente no existe en la mayor parte de esta zona de vida, a consecuencia de la sobre utilización del suelo con fines agrícola y ganadero. Sin embargo, existen algunos otros lugares en los cuales se observan bosques con relativo poca modificación, preferentemente sobre las faldas de los cerros de fuerte pendiente (INRENA, 1995). Entre las especies nativas se tiene a "aliso" *Alnus jorullensis*, "ulcumano" o "romerillo" o "diablo fuerte" *Podocarpus* sp. Así mismo, son indicadores de esta zona de vida "carricillo" o "suro" *Chusquea* sp. y "zarzamora" *Rubus* sp., así como el epifitismo moderado, principalmente de bromeliáceas y el musgo que recubre los árboles con un manto verdoso.

### **3.5. Fisiografía**

El relieve topográfico es predominantemente inclinado con escasas áreas de topografía suave, ya que su mayor proporción se sitúa sobre las laderas de los valles interandinos (INRENA, 1995).

### **3.6. Suelo**

Los suelos son por lo general de profundidad media, de textura variable entre media y fina, de pH sobre 7 y dependiendo mucho del material litológico dominante, siendo por lo general calcáreos, pueden ser asimilados a cambisoles éutrico (fértil), kastanozems y algunos Phaeozems (INRENA, 1995). Los litosoles y las rendzinas (sobre materiales calcáreos), aparecen en aquellos lugares de suelos superficiales y empinados.

### **3.7. Materiales**

#### **3.7.1. De campo**

Libreta de apuntes, lápiz, lapicero, cámara fotográfica digital, memoria digital 1GB, pico, pala recta, pala cuchara, barreta, rastrillo, zaranda completa (2 x 1.50m),

carretilla, alambre de púa, poste de madera redonda de 3m x 3" punta aguzada, grapas para alambre, wincha de 5m, rafia, malla libecio color verde 75%, paja o ichu, serrucho, tijera para podar, repicador, alicate, martillo, machete, cilindro vacío, manguera, regadera de ducha fina, equipo de fumigación (mochila manual), semillas de *P. radiata*, insecticida Selecrom, fungicida Homai WP, bolsas polietileno 4x7x2, tinta de impresora, papel A4, gasolina y movilidad.

### 3.7.2. De gabinete

Materiales de escritorio y papelería en general, computadora personal y accesorios, cámara fotográfica digital, libreta de apuntes, fotocopias, otros.

### 3.8. Método

Los experimentos se llevaron a cabo en una cama de repique del vivero de la comunidad de Nueva Unión, el mismo que se construyó como uno de los objetivos del proyecto: "Mejoramiento de la producción forestal en las comunidades de los distritos de Sarín (provincia de Sánchez Carrión) y Santa Cruz de Chuca (provincia de Santiago de Chuco), en la Región La Libertad".

### 3.9. Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques completamente randomizados (DBCR), con 4 tratamientos y 3 repeticiones que hacen un total de 12 unidades experimentales distribuidas de manera aleatoria, tal como se observa en el siguiente gráfico.

T <sub>1</sub>
T <sub>3</sub>
T <sub>2</sub>
T <sub>4</sub>

T <sub>4</sub>
T <sub>2</sub>
T <sub>3</sub>
T <sub>1</sub>

T <sub>3</sub>
T <sub>1</sub>
T <sub>4</sub>
T <sub>2</sub>

Los tratamientos fueron los siguientes:

T<sub>1</sub> = Sustrato mezcla de turba (tierra negra), tierra agrícola y arena.

T<sub>2</sub> = Sustrato mezcla de tierra de bosque de pino, tierra agrícola, turba y arena.

T<sub>3</sub> = Sustrato mezcla de tierra de bosque de aliso, tierra agrícola, turba y arena.

T<sub>4</sub> = Sustrato mezcla de tierra inoculada con micorriza de pino, tierra agrícola, turba y arena.

Con la finalidad de establecer la diferencia estadística entre el crecimiento en altura y diámetro y el estado fitosanitario de los plantones de *P. radiata*, utilizando diferentes tipos de sustratos, se realizó el ANVA al 0,05 de nivel de significancia y la prueba de Duncan al 0,05 para comparar los promedios de los tratamientos y establecer el mejor tratamiento.

### **3.10. Procedimiento**

#### **3.10.1. Instalación del vivero**

Para instalar el vivero fue necesario tener en consideración las siguientes tareas y operaciones básicas a fin de garantizar el logro de los objetivos.

- **Selección de área**

El vivero se construyó en terreno de relieve plano, libre de piedras, vegetación, etc. con orientación solar este-oeste, de manera que las plantas reciban la luz solar durante la mayor parte del día.

- **Delimitación y construcción de la cama de almácigo**

Con la ayuda de una wincha se midió el área necesaria para la cama de almácigo de 1m x 3m; se utilizó rafia y estacas de madera para delimitar el área y posteriormente proceder a cavar dentro del área delimitada hasta una profundidad de 30cm. Estas dimensiones están diseñadas para que el personal pueda trabajar sin mayores dificultades desde los costados del almácigo y para producir aproximadamente unas 2000 plántulas (Figura 6 del Anexo).

### **3.10.2. Delimitación y construcción de camas de repique**

Para efectos prácticos se construyó una cama donde se realizaron tres repeticiones; las cuales se dividieron en tres bloques de cuatro metros cuadrados cada una para cada tratamiento, sub dividiéndose en un metro cuadrado para cada sub tratamiento. Las camas de repique tuvieron, al igual que los almácigos, 1m x 12m; esto facilitó las labores de deshierbe y otros cuidados culturales. La profundidad de la cama fue de 30cm ya que las bolsas tienen 18cm de altura, quedando el resto como protección de las mismas. Al igual que las camas de almácigo, se orientaron siguiendo el movimiento de traslación del sol de este a oeste, con el fin de que los plantones recién repicados reciban la mayor cantidad de horas de luz durante el día y en forma uniforme.

Para construir la cama de repique se procedió de la siguiente manera. Primero, se limpió el terreno, quitando las hierbas y las piedras. Luego, tomando en consideración las dimensiones anteriormente mencionadas, se señalaron los límites de la cama empleando cuatro estacas y una línea de rafia, que sirvieron para delimitar la cama; posteriormente se cavó la parte interna hasta una profundidad de 30cm; así mismo, se cuidó que los vértices y los bordes de ambas camas sean lo más exactos posibles para que el enfilado de las bolsas sea parejo

en toda la cama. El piso de la cama se tuvo que apisonar bien y se tuvo cuidado de darle una ligera inclinación para que no se empozara el agua durante el riego, ya que el sistema de riego que se utilizó fue por inundación. Debido a esto las camas de repique tuvieron una entrada y una salida de agua (Figura 6 del Anexo)

### 3.10.3. Preparación del sustrato

Vista las características del suelo de la zona, para la cama de almácigo se aplicó la siguiente proporción: tierra agrícola 60%, turba 20%, arena 20%; con una estructura aproximada de sustrato fino 10 a 20 cm y gravilla 6 cm. Para las camas de repique donde se instalaron plántulas de pino insigne se aplicó la misma proporción de sustrato y gravilla, incorporando luego, la tierra micorrizada o tierra inoculada con micorriza; las proporciones se mencionan a continuación:

#### Sustrato 1

- Turba ..... 50%
- Tierra agrícola ..... 25%
- Arena..... 25%

#### Sustrato 2

- Tierra de pino..... 10%
- Tierra agrícola..... 20%
- Turba..... 50%
- Arena..... 20%

#### Sustrato 3

- Tierra de aliso..... 10%
- Tierra agrícola..... 20%
- Turba..... 50%



- Arena..... 20%

#### **Sustrato 4**

- Tierra micorrizada de pino. 10%
- Tierra agrícola..... 20%
- Turba..... 50%
- Arena..... 20%

#### **3.10.4. Preparación de tierra micorrizada de pino**

La obtención de la tierra micorrizada que luego fue incorporada al sustrato para producción de plantas de pino se realizó en el bosque de pino y en el bosque de aliso. Se recolectó tierra superficial alrededor del árbol (5 a 10 cm de profundidad) y se zarandó para eliminar impurezas; la proporción de tierra micorrizada que se utilizó fue de 50kg por cinco carretillas llenas con sustrato. De esta mezcla se incorporó aprox. 100g de tierra micorrizada directamente, al pie de cada plántula. Para el experimento de inoculación de los hongos de pino se utilizó aprox. 2g por cada plantón repicado.

#### **3.10.5. Desinfección del sustrato**

En el presente estudio se utilizó el método de agua hervida en las camas de almácigo y el método de la solución de formol en las camas de repique.

#### **3.10.6. Obtención de las semillas de *P. caribea***

Las semillas fueron proporcionadas por la Dirección Regional Agraria La Libertad, las mismas que se adquirieron a la empresa Arborizaciones E.I.R.L., empresa que forma parte del Programa Andino de Fomento de Semillas Forestales (FOSEFOR) (Figura 5 del Anexo).

### 3.10.7. Siembra en camas de almácigo

Un día después de la desinfección, se removió ligeramente el sustrato y se niveló como estaba inicialmente. Se hicieron surcos donde se distribuyeron las semillas en forma uniforme, cuidando de que no estén unas sobre otras, esta técnica de siembra es también llamada *siembra en surco*. Para la siembra en surco se demarcó en la cama almaciguera una línea horizontal en bajo relieve perpendicular a ésta, repitiendo esta tarea a lo largo de la cama; una vez culminado los surcos se distribuyeron las semillas de *P. radiata* dentro de los surcos con los debidos cuidados antes mencionados (Figura 7 del Anexo)

Luego de haber esparcido las semillas, se cubrieron con una capa de superficial de sustrato, aproximadamente igual o el doble del tamaño de las semillas; luego se humedeció la cama con la regadera de ducha fina, pasando una sola vez por el mismo sitio; esto permitió a la semilla tener mayor contacto con el sustrato húmedo. Concluida la siembra, se cubrió toda la cama con la malla libecio color verde de 25% y sobre ésta se colocó un manto hecho de paja o ichu, éstos materiales protegieron al almácigo de los ataques de animales (pájaros y roedores), o de las inclemencias del tiempo.

A partir de la germinación, que se inició a los veintitrés días y que duró una semana, se incrementó la altura de esta cubierta protectora a razón de 10 cm por semana, la misma que, además, se fue raleándola a partir de la segunda semana para facilitar la entrada de la luz solar. El lapso de tiempo que se tuvo en consideración para el riego del almácigo fue de veinticuatro horas, dependiendo de las condiciones meteorológicas hasta la germinación; alcanzada esta fase, se

procedió a prolongar el lapso a veinticuatro horas, dependiendo de las condiciones meteorológicas hasta el repique.

Para realizar la siembra en almácigo, se procedió a realizar el tratamiento pre germinativo de las semillas de *P. radiata*; utilizando la hidratación de las semillas con agua caliente por un corto periodo de tiempo hasta el punto de “hincharlas”, la temperatura de la misma no llegó al punto de ebullición. Se aplicó este tratamiento por ser el más rápido y más económico.

#### **3.10.8. Siembra en camas de repique**

La siembra en las camas de repique se realizó, a los 45 días de germinado (etapa “fosforito”) (Prodia 1987), utilizando el siguiente procedimiento (Figura 9 del Anexo) :

- **Embolsado.** Esta operación consistió en llenar las bolsas de polietileno con el sustrato previamente preparado, que viene a ser del mismo tipo que se preparó para el almacigado; ésta operación se terminó de realizar con algunos días de anticipación al repique, propiamente dicho. La técnica adecuada para el embolsado es que la base de la bolsa quede completamente circular que el sustrato no quede ni muy flojo ni muy compacto para que la plántula no tenga problemas en desarrollar su sistema radicular y pueda captar, de una mejor manera, los nutrientes.
- **Enfilado.** A medida que se fueron llenando las bolsas se las colocó dentro de la cama de repique, de modo que queden unas al lado de otras formando hileras regulares; Siempre cuidando que las bolsas no queden aplastadas unas contra otras porque así pierden su forma cilíndrica, dificultando el repique, el drenaje y la buena formación radicular. Es necesario mencionar

que en cada fila se depositaba, dentro de la cama de repique, en promedio: dieciséis bolsas de polietileno llenas de sustrato.

- **Riego previo.** Se realizó tanto a las bolsas llenas de sustrato como al almácigo donde se hallan las plántulas. En el caso de las bolsas, fue conveniente regar con un día de anticipación y en cantidad suficiente para garantizar que el sustrato esté húmedo para el momento del repique. En el caso del almácigo, se regó una o dos horas antes de la extracción de las plántulas, para que el sustrato este suave y no se dañen las raíces al momento de sacarlas.
- **Extracción de las plántulas.** Esta operación se realizó con un instrumento adecuado, con el cual se removió el sustrato alrededor de las plántulas, acto seguido se tomaron las plántulas por las hojitas (nunca por el tallo porque todavía son muy débiles), y se las sacó suavemente, con la mayor precaución posible para que no se dañaran el sistema radicular; posteriormente, se procedió a deshacer los terrones con las manos y se las colocó en un recipiente con un poco de agua y barro suelto, cuidando de no exponerlas al sol ya que se marchitarían y terminarían perdiéndose.
- **Selección de plántulas y poda de raíces.** Se eliminaron las plántulas que estuvieron mal formadas, como las que tuvieron el tallo torcido, la raíz mal formada o las que presentaban algún ataque de hongos. Se podaron las raíces de las plántulas seleccionadas hasta que éstas tengan más de cinco o seis centímetros, cuidando que la longitud de las raíces no sea mayor que el tamaño del tallo.
- **Repique.** Con el repicador se hizo un hoyo en el centro del sustrato de la bolsa lo suficientemente profundo como para que permita introducir la plantita

sin doblar la raíz, siempre cogiéndola por las hojitas e introduciéndola en el hoyo hasta el nivel del cuello de la raíz; se rellenó el hoyo con el mismo sustrato y se espolvoreó el sustrato preparado o la micorriza (inoculación), y luego se apisonó ligeramente con los dedos, con la finalidad de evitar que queden bolsas de aire en el interior del hoyo (Figura 10 del Anexo).

- **Riego y tinglado.** A medida que avanzaba el repicado, también se regó y se puso el tinglado correspondiente a una altura de treinta centímetros.

### **3.10.9. Labores culturales**

Las labores culturales son actividades que se desarrollan en el vivero, de las cuales dependerá el óptimo crecimiento de los plantones y son:

- **Riego.** Después de haberse realizado el repique, el riego se hizo a diario, dependiendo de las condiciones meteorológicas, con la regadera de ducha fina durante los 15 primeros días. Al cabo de este tiempo se comenzó a regar por inundación. Para realizar el riego por inundación se tapó el canal de salida de agua y se dejó que el agua ingrese suavemente hasta que la cama esté totalmente inundada; entonces se cerró el ingreso del agua y comenzó a evacuar lentamente para evitar que el agua arrastre partículas de sustrato. El tiempo que se tomó para que las camas se inunden por completo fue de 2 horas, como se mencionó anteriormente, el riego estaba supeditado a las condiciones meteorológicas de la zona.
- **Deshierbe.** Se realizó apenas aparecieron malezas que compiten por agua y nutrientes con las plántulas. Previo al deshierbe (por lo menos dos horas antes) se regaron las bolsas a fin de humedecer el sustrato y extraer las plantas no deseadas con facilidad y sin dañar a los plantones y sus raíces.

- **Remoción, selección y clasificación de plántones.** Esta operación se realizó a los cuatro meses y a los siete meses de haber hecho el repique, cuando las raíces salían fuera de la bolsa. La remoción consistió en retirar las bolsas de su lugar, ponerlas en los caminos u otros espacios cercanos a las camas y volver a colocarlas en las mismas de manera ordenada, separándolos en grupos de acuerdo al tamaño, estado fitosanitario y defectos de formación (Figura 11 del Anexo).
- **Endurecimiento.** Para efectuar esta labor se programó el riego de una manera adecuada, distanciando los tiempos de riego a una vez por semana; luego cada 15 días y así prolongando hasta llegar a límites mínimos antes de sacarlos al terreno definitivo. De este modo se obtuvo plantas fuertes y resistentes a las condiciones del medio.

#### **3.10.10. Determinación del diámetro basal y altura**

Para determinar el diámetro basal y la altura se utilizó un calibrador o Vernier; el diámetro basal se midió en el cuello de la plántula, mientras que para la altura se colocó el calibrador con el cero en el cuello de la plántula y se observó la altura total sin estirar la plántula, estas medidas se realizaron cada 15 días por 8 meses.

#### **3.10.11. Estado fitosanitario**

Para determinar el estado fitosanitario de los plántones se diagnosticó mediante la observación directa las condiciones en que se encontraban, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ **Bueno.** Cuando las plántulas presentaban un estado vigoroso con todas las hojas de un color verde brillante.

- ✓ **Regular.** Cuando las plántulas presentaban algunas acículas marchitas o amarillentas y de un color verde opaco.
- ✓ **Malo.** Cuando la plántula presentaban muchas acículas amarillentas o secas, y el tallo torcido o muy delgado, la plántula tiende a morir.

#### **3.10.12. Plagas y enfermedades**

La identificación de las plagas se hizo mediante la captura del vector o causante de la agresión o mediante la observación de los síntomas o efectos que produjo el vector y luego consultando la literatura especializada pertinente.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Crecimiento en altura de los plántones de *P. radiata*

Los valores del cuadro 1 revelan que los plántones sembrados en el sustrato con tierra micorrizada de pino (T4) obtuvieron el mayor crecimiento en altura con un promedio de 25,59cm, seguido de los plántones sembrados en sustrato con tierra de pino (T2) crecieron 23,21cm, los plántones sembrados en sustrato con tierra de aliso (T3) crecieron 20,51 cm, mientras los plántones sembrados en sustrato testigo (T1) obtuvieron una altura de 10,8 cm.

**Cuadro 1.** Crecimiento en altura (cm) de plántones de *P. radiata*.

TRATAMIENTO	BLOQUE			TOTAL	PROM
	I	II	III	TRATAMIENTO	TRATAMIENTO
T1	5,74	9,66	14,84	30,24	10,08
T2	10,76	24,36	34,52	69,64	23,21
T3	9,38	21,06	31,10	61,54	20,51
T4	12,12	26,72	37,94	76,78	25,59
<b>TOTAL BLOQUE</b>	<b>38,00</b>	<b>81,80</b>	<b>118,40</b>	<b>238,20</b>	

El ANVA al 0,05 de nivel de significancia indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos y el 12,99% de coeficiente de variación indica que el experimento presenta resultados aceptables. La prueba de Duncan indica que los sustratos con tierra micorrizada de pino, con tierra de pino y con tierra de aliso no difieren en los resultados, mientras que el sustrato testigo si difiere de los demás. Se confirma que el mejor tratamiento para el crecimiento de plántones de *P. radiata* es el sustrato con tierra micorrizada de pino por obtener el mayor crecimiento en altura de 25,59cm, mientras que el sustrato testigo es el peor tratamiento por haber logrado un crecimiento en altura de solo 10,08cm.



#### 4.2. Crecimiento en diámetro basal de los plántones de *P. radiata*

El cuadro 2 muestra el resultado del crecimiento en diámetro basal de los plántones de *P. radiata* sembrados en diferentes tipos de sustrato. Se observa que los plántones sembrados en sustrato con tierra micorrizada de pino (T4) alcanzaron el mayor diámetro basal en promedio de 7,73mm, seguido de los plántones sembrados en sustrato con tierra de pino (T2) de 6,75mm, luego los plántones sembrados en sustrato con tierra de aliso (T3) de 6,27mm y finalmente los plántones sembrados en sustrato con turba (T1) con 5,37 mm.

**Cuadro 2.** Crecimiento en diámetro basal (mm) de plántones de *P. radiata*.

TRATAMIENTO	BLOQUE			TOTAL	PROM
	I	II	III	TRATAMIENTO	TRATAMIENTO
T1	3,64	5,30	7,16	16,10	5,37
T2	4,14	6,80	9,30	20,24	6,75
T3	3,88	6,30	7,54	17,72	5,91
T4	4,38	7,54	11,26	23,18	7,73
<b>TOTAL BLOQUE</b>	16,04	25,94	35,26	77,24	

El ANVA al 0,05 de nivel de significancia indica que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos y el 10,72% de coeficiente variación indica que el experimento presenta resultados aceptables. La prueba de Duncan indica que los sustratos con tierra micorrizada de pino y tierra de pino no difieren en sus resultados pero si difieren de los demás tratamientos, lo que conlleva a decir que el mejor tratamiento para el crecimiento en diámetro basal de los plántones de *P. radiata* es el sustrato con tierra micorrizada de pino por obtener el mayor crecimiento de diámetro basal de 7,73mm y el sustrato testigo (turba) es el peor tratamiento por haber logrado solamente un crecimiento en diámetro basal de solamente 5,37mm.

#### 4.3. Estado fitosanitario de los plántones de *P. radiata*

Es conveniente señalar que durante la primera etapa de almácigo, debido a que las semillas no fueron esparcidas de una manera adecuada, en algunas zonas de las camas del almácigo se formaron pequeñas densas colonias de plántulas, las mismas que crearon un microclima más húmedo, propiciando el ataque de la enfermedad de la chupadera fungosa; la misma que fue controlada en los primeros períodos de incidencia de ésta enfermedad con el fungicida HOMAI WP, utilizando una dosis de 5g/l y aplicando como solvente al agua.

A raíz de este ataque se realizó un tratamiento preventivo con el insecticida Selecrom en una proporción de 5ml/l, con el cual no se presentó ataque de ningún insecto. Con la premisa de que se repicaron un total de dos mil plántulas de *P. radiata*, se realizó un control de las mismas durante los ocho meses que duró esta investigación; los resultados de la evaluación se presentan en el cuadro 3.

**Cuadro 3.** Estado fitosanitario de los plántones de *P. radiata* a final del experimento.

		Estado fitosanitario (%)											
		T1			T2			T3			T4		
		B	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M
BLOQUE	1	87	10	3	90	9	1	90	8	2	90	9	1
	2	88	8	4	89	8	3	88	10	2	90	9	1
	3	85	12	3	90	9	1	88	9	3	90	9	1
Promedio		87	10	3	90	9	2	89	9	2	90	9	1

B = Bueno, R = Regular y M = Malo

En términos generales, se observa que en todos los tratamientos la gran mayoría de plantones son de buen estado sanitario y presentan las mejores características morfológicas, tales como, vigor óptimo, mayor crecimiento en menor tiempo, mayor producción, mayor cantidad, mejor estado de acículas, entre otros. Los plantones de regular estado sanitario presentaron sus características morfológicas algo maltratas y los plantones con mal estado sanitario presentaron sus características morfológicas bastante dañadas y con altas probabilidades de no sobrevivir en la plantación en campo definitivo.

Para realizar el endurecimiento, que es la fase de vivero previa a la siembra en campo definitivo, se procedió a prolongar los lapsos de tiempo para los riegos, llamado también a este proceso "estrés hídrico" y lo que se buscó con esta operación fue de aumentar la resistencia de estos en la plantación definitiva, sobretodo en temporada de sequía.

## V. DISCUSION

Según los resultados obtenidos en el presente estudio, se afirma que el tratamiento que tuvo mejores resultados del crecimiento en altura y en diámetro *basal fue el sustrato con tierra micorrizada de pino (T<sub>4</sub>)*, en segundo lugar se encuentra el tratamiento con tierra de pino (T<sub>2</sub>), mientras que el sustrato con tierra de aliso (T<sub>3</sub>) tuvo cierto grado de efectividad con respecto a las variables estudiadas, cabe mencionar que los hongos y la tierra que se utilizaron en estos experimentos fueron extraídos de bosquetes de pinos y aliso cercanos al vivero; en cambio los plantones que se utilizaron con el experimento testigo (T<sub>1</sub>), no tuvieron el efecto que si tuvieron los plantones de los demás experimentos, porque se utilizó un sustrato simple para este ensayo.

Estos resultados también indican que los plantones de *P. radiata* tuvieron mejor compatibilidad a la micorriza y a la inoculación de hongos procedentes del bosque de pino, ya que en él se encuentran las colonias de hongos adecuados para esta especie forestal; mientras que para el tratamiento con tierra de aliso (T<sub>3</sub>) la tierra con la que se efectuó el experimento fue obtenida de un bosque donde predominaba la especie forestal "aliso" *Alnus spp.*, bosque con características muy diferentes al de pino con hongos micorríticos no compatibles con *P. radiata*, lo que no permitió que los plantones se desarrollaran de la manera esperada. Es conveniente señalar que las características morfológicas de la mayoría de plantones en sustrato micorrizado con tierra de pino y en sustrato con tierra de pino fueron de inmejorable calidad ya que la asociación micorrítica les permitió absorber el agua y los nutrientes de manera que favorecieron a un mejor desarrollo de éstos plantones (Salamanca *et al.*, 2005).

## VI. CONCLUSIONES

1. El mejor tratamiento para el crecimiento en altura de los plantones de *Pinus radiata* es el sustrato con tierra micorrizada de pino con un promedio en altura de 25,59 cm a los ocho meses de evaluación.
2. El mejor tratamiento para el crecimiento en diámetro basal de los plantones de *Pinus radiata* es el sustrato con tierra micorrizada de pino con un promedio en diámetro basal de 7,73mm a los ocho meses de evaluación.
3. El estado fitosanitario de los plantones de *P. radiata* en todos los tratamientos fue considerado como bueno al final de la evaluación debido a que las características morfológicas del 89% de los plantones fueron las ideales en cuanto a vigor, mayor crecimiento en menor tiempo, mayor producción, mayor cantidad y mejor estado de las acículas.
4. La única enfermedad que atacó a las camas de almácigo fue la chupadera fungosa (damping off), la que se pudo controlar con la fumigación a los plantones con 5g del fungicida Homai WP por litro de agua. El tratamiento preventivo con el insecticida Selecrom permitió obtener plantones libres de ataque de insectos.
5. La inoculación de las plántulas en el vivero con hongos ectomicorrícicos favorece el mejor desarrollo de las plántulas y aumenta su supervivencia en el campo.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones más profundas acerca de las micorrizas con especies forestales y frutales de la selva, ya que este tema no ha sido trabajado por investigadores regionales.
2. Realizar investigaciones relacionadas al tema con sustratos predominantemente selváticos y pruebas de laboratorio para las asociaciones micorríticas.
3. Se recomienda sembrar *Pi. radiata* con distanciamiento de 2m x 2m.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

BECERRA A.; CABELLO M. 2007. Micorrizas arbusculares en plantones de *Alnus acuminata* (Betulaceae), inoculados con *Glomus intraradices* (Glomaceae). Boletín Sociedad Argentina de Botánica N° 42.

DAVEY, C. B. 1984. Establecimiento y manejo de viveros para pinos en la América tropical. Boletín de CAMCORE sobre Asuntos Forestales Tropicales. Universidad del Estado de Carolina del Norte. 43 p.

EQUIPO DEL PROYECTO FACES. 2006. II Módulo de implementación de viveros forestales dirigido a promotores de los Cantones Palanda y Chinchipe". Loja, Ecuador. 19 p.

[http://dspace.utalca.cl/retrieve/8789/escobar/escobar\\_tobler.pdf](http://dspace.utalca.cl/retrieve/8789/escobar/escobar_tobler.pdf)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Pinus\\_radiata](http://es.wikipedia.org/wiki/Pinus_radiata)

<http://www.fichas.inforjardin.com-arboles-pinus-radiata-pino-de-california-monterrey-insigne.htm>

<http://www.agrobyte.com/agrobyte/publicaciones/pinoradiata/indice.html>

[http://www.papelnet.cl/arbore/pino\\_insigne.htm](http://www.papelnet.cl/arbore/pino_insigne.htm)

<http://www.maderas.com/pinoinsigne/descripcion-y-caracteristicas.htm>

<http://www.pnuma.org/manualtecnico/portada.htm>. ADEFOR. Manual técnico de plantaciones forestales".

<http://www.uvm.cl/educacion/publicaciones/integra/10/trujillo.pdf>. Las micorrizas como procesos simbióticos".

[http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:\\_NE0ro0pNMAJ:www.secforestales.org/buscador/pdf/2CFE03-050.pdf+.pdf+vivero+pino&hl=es&pid=bl&srcid=ADGEESiR-PtTkhbjN0tcxp3SeeYZyEpOICn0opY8SZLvCkQkn2ews9Sh](http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:_NE0ro0pNMAJ:www.secforestales.org/buscador/pdf/2CFE03-050.pdf+.pdf+vivero+pino&hl=es&pid=bl&srcid=ADGEESiR-PtTkhbjN0tcxp3SeeYZyEpOICn0opY8SZLvCkQkn2ews9Sh)

AsxjLcRNHo4X1DVuAg5f5326haJf4eGjmEe0VIWtZKprBOFDOq\_ncmNxS  
 -Lpi-hUT\_YN92uAPC-dCDh8xl4s&sig=AHIEtbT7VrpFqWjKFo6GUNyX9s  
 0dZV9NNg.

InfoJardín.com (2010)

INRENA. 1995. Mapa Ecológico del Perú. Guía explicativa. Lima, Perú. 221 p.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN. 1995. Manual forestal escolar. Lima, Perú. 202 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2009., Instalación del vivero forestal. Boletín Técnico 01. Trujillo, Perú. 5 p.

PROYECTO DE DESARROLLO INTEGRAL CON APOYO ALIMENTARIO (PRODIA). 1987. Viveros y Plantaciones Forestales. Trujillo –Perú.

PROYECTO FAO/HOLANDA/INFOR. 1984. Ensayos de especies forestales exóticas y guía para su zonificación en la sierra peruana. 87 p.

USUGA, C.E.; CASTAÑEDA, D.A.; FRANCO, A.E.; GÓMEZ, F.A.; LOPERA, C. A. 2008. Efecto de la micorrización y la fertilización en la acumulación de biomasa en plantas de banano (Musa AAA cv. Gran Enano) (Musaceae). Revista Facultad Nacional de Agronomía 61(1):4269-4278.

SALAMANCA, C. R.; CANO, C. A. 2005. Efecto de las micorrizas y el sustrato en el crecimiento vegetativo y nutrición de cuatro especies frutales y una forestal en la fase de vivero, en el municipio de Restrepo-Meta, Colombia.

VANDERLEI, P. 1991. Estadística experimental aplicada a la Agronomía". Maceió: EDUFAL. Brasil. 440 p.



## **ANEXO**

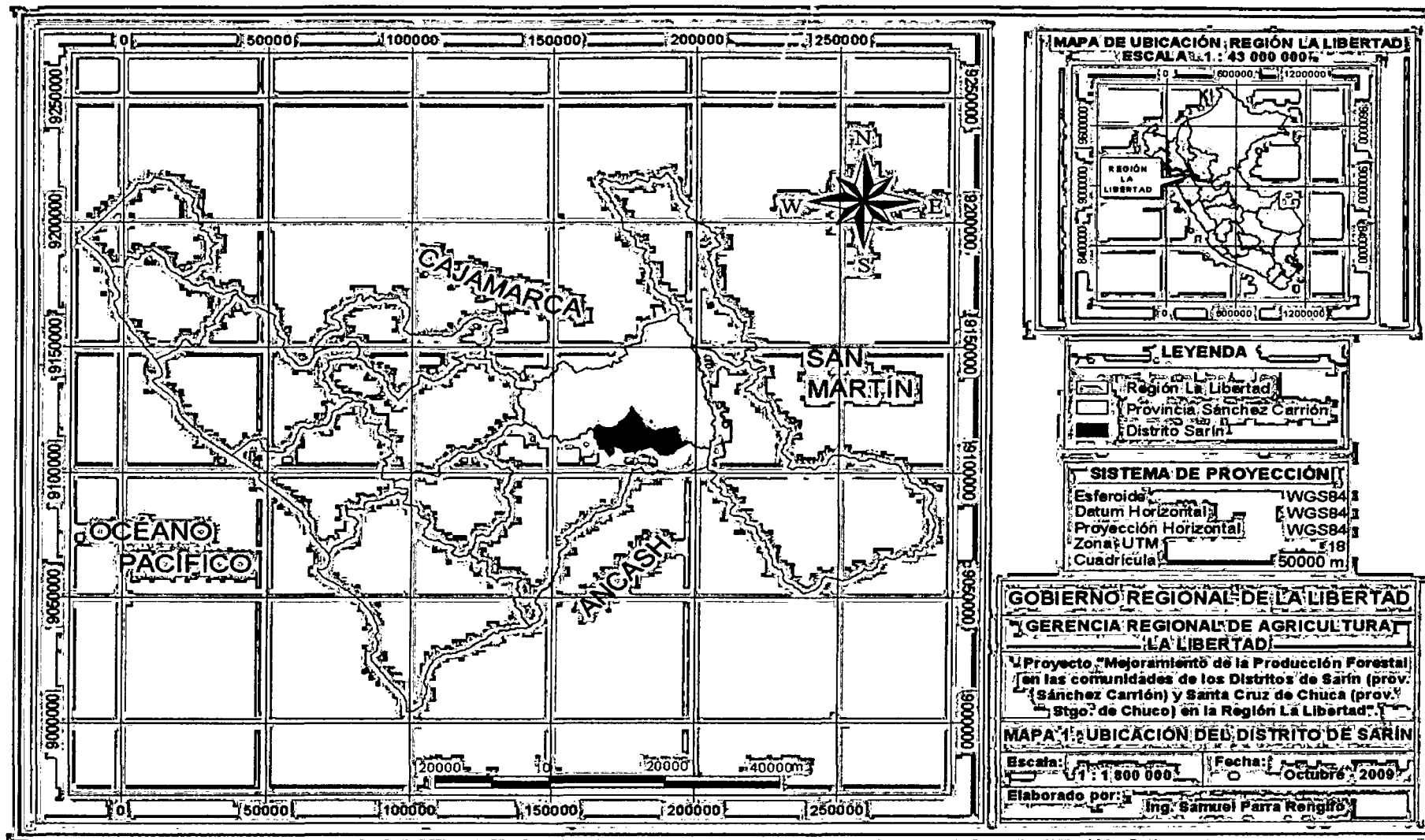


Figura 1. Mapa de ubicación del Distrito de Sarín.

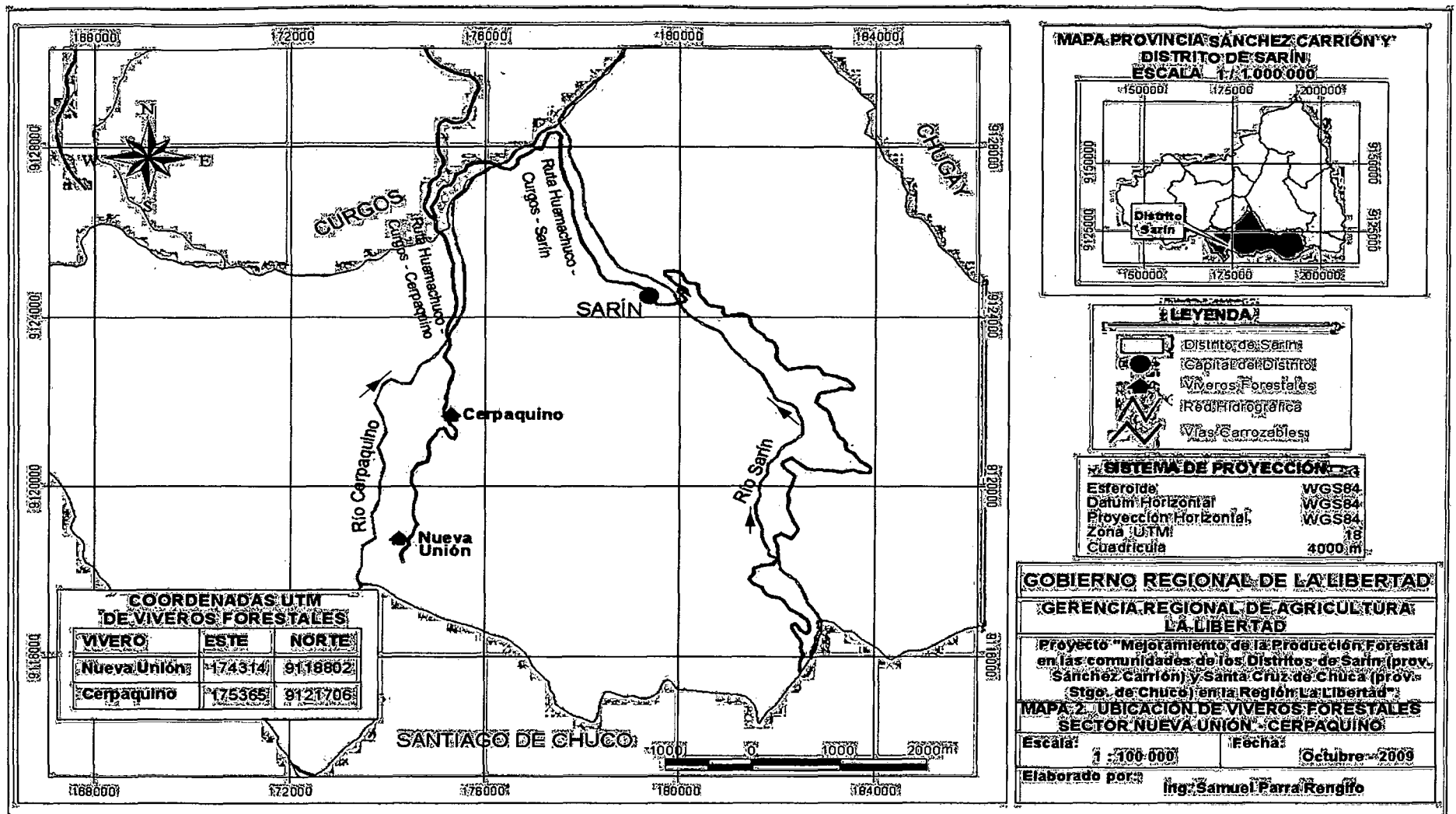
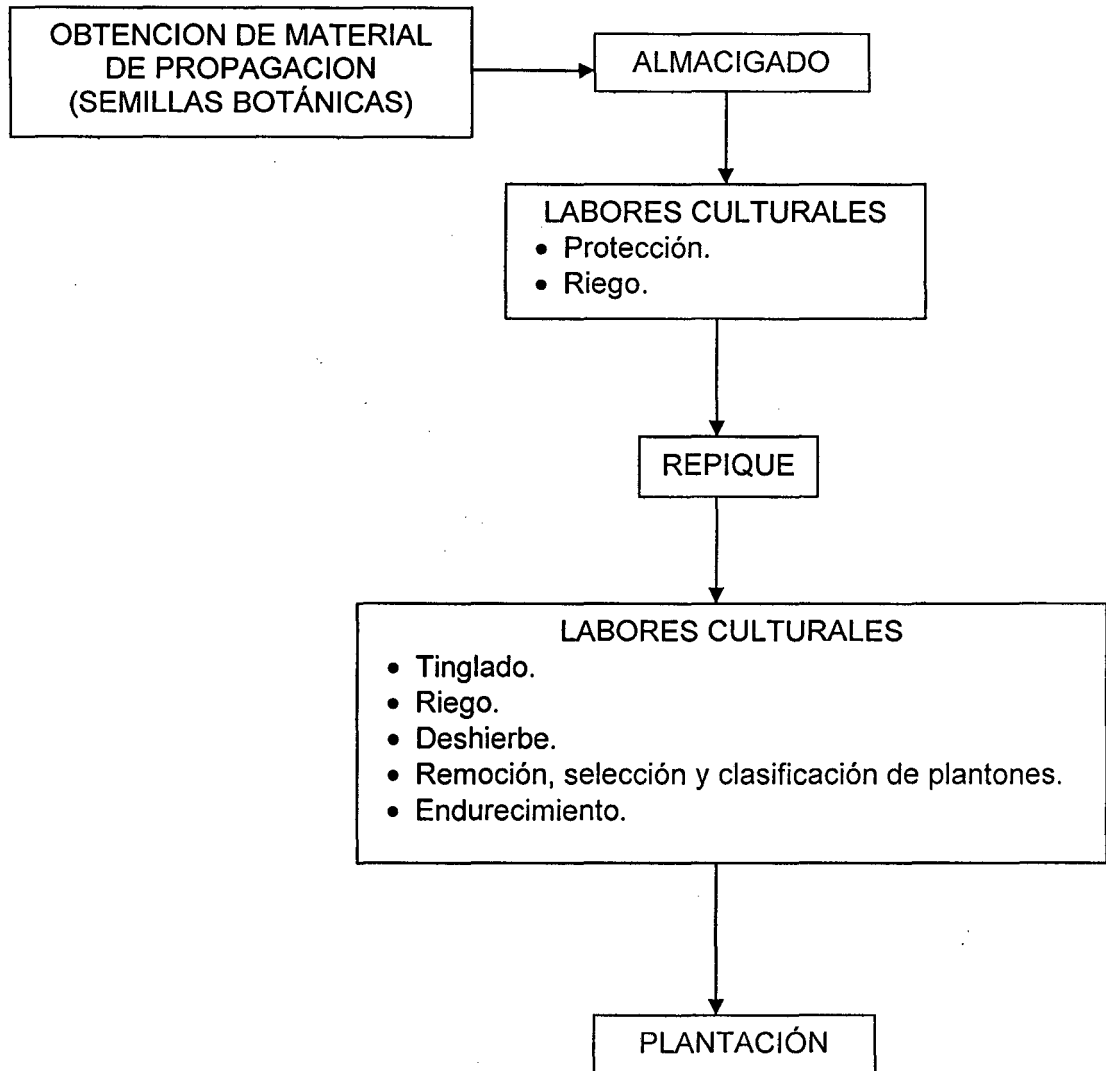
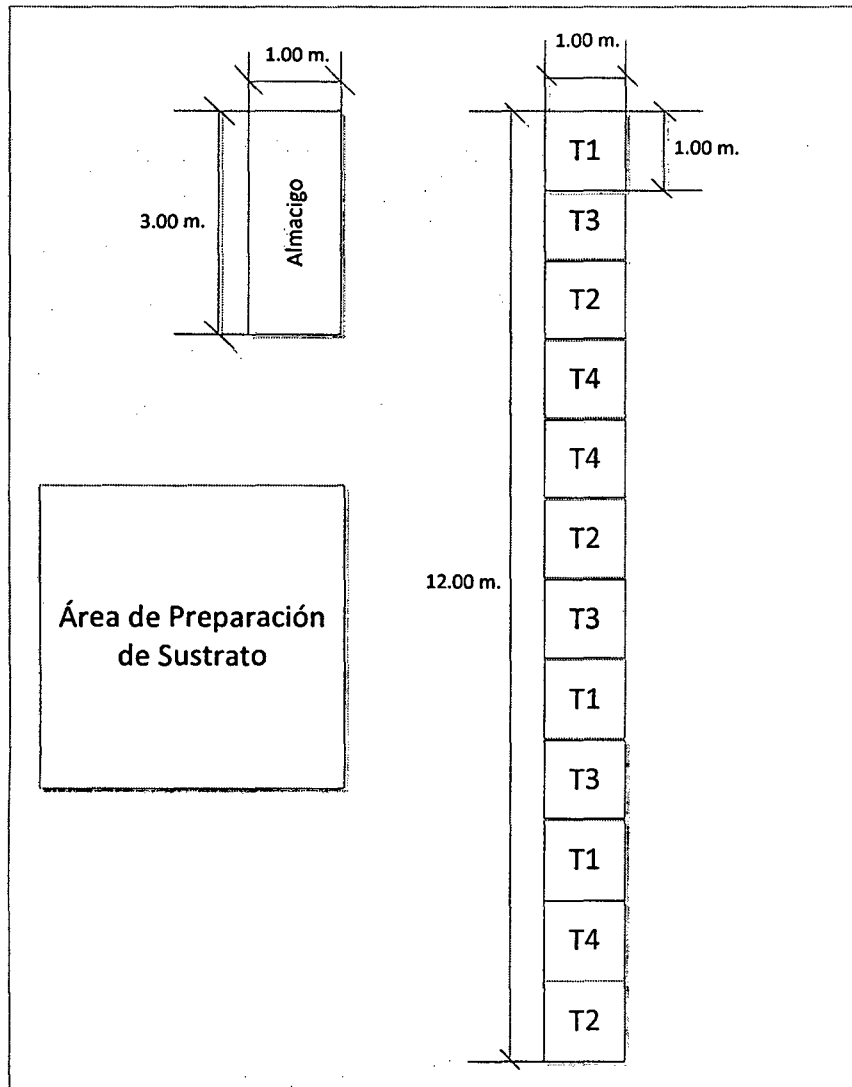


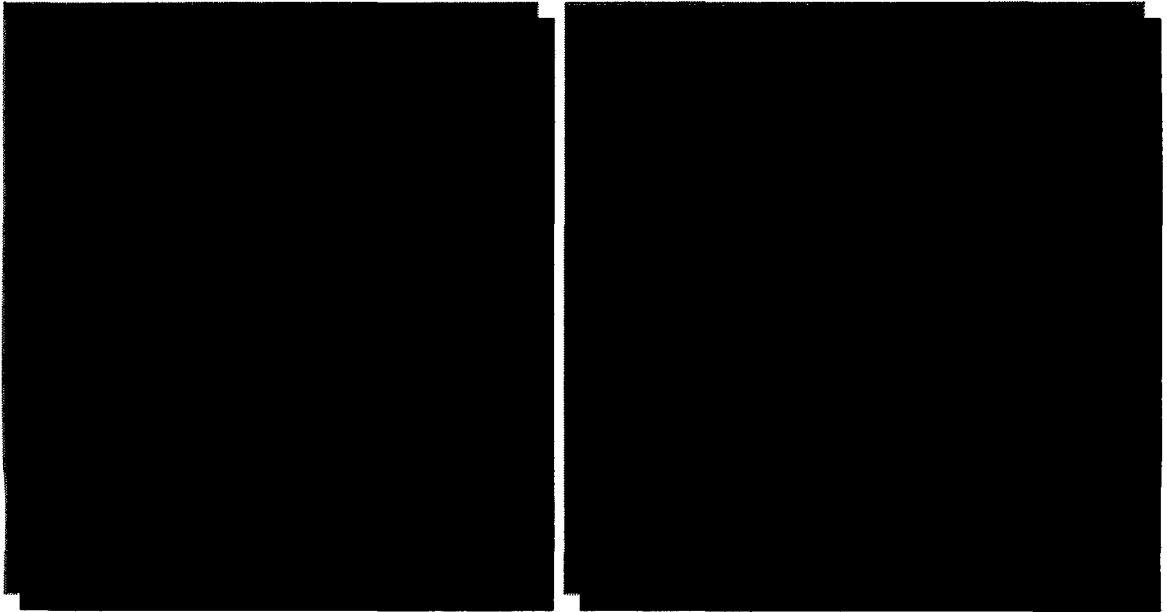
Figura 2. Mapa de ubicación de la comunidad de Nueva Unión.



**Figura 3.** Secuencia de producción en almácigos con semillas botánicas.



**Figura 4.** Plano de ubicación de la cama de almácigo y repique.



**Figura 5.** Presentación de semillas de *Pinus radiata* D. Don.



**Figura 6.** Limpieza, alineación y apertura de camas del vivero Nueva Unión.



**Figura 7.** Siembra en almacigo de *Pinus radiata* D. Don.



**Figura 8.** Fumigación a las plántulas con fungicida Homai WP en el almácigo.

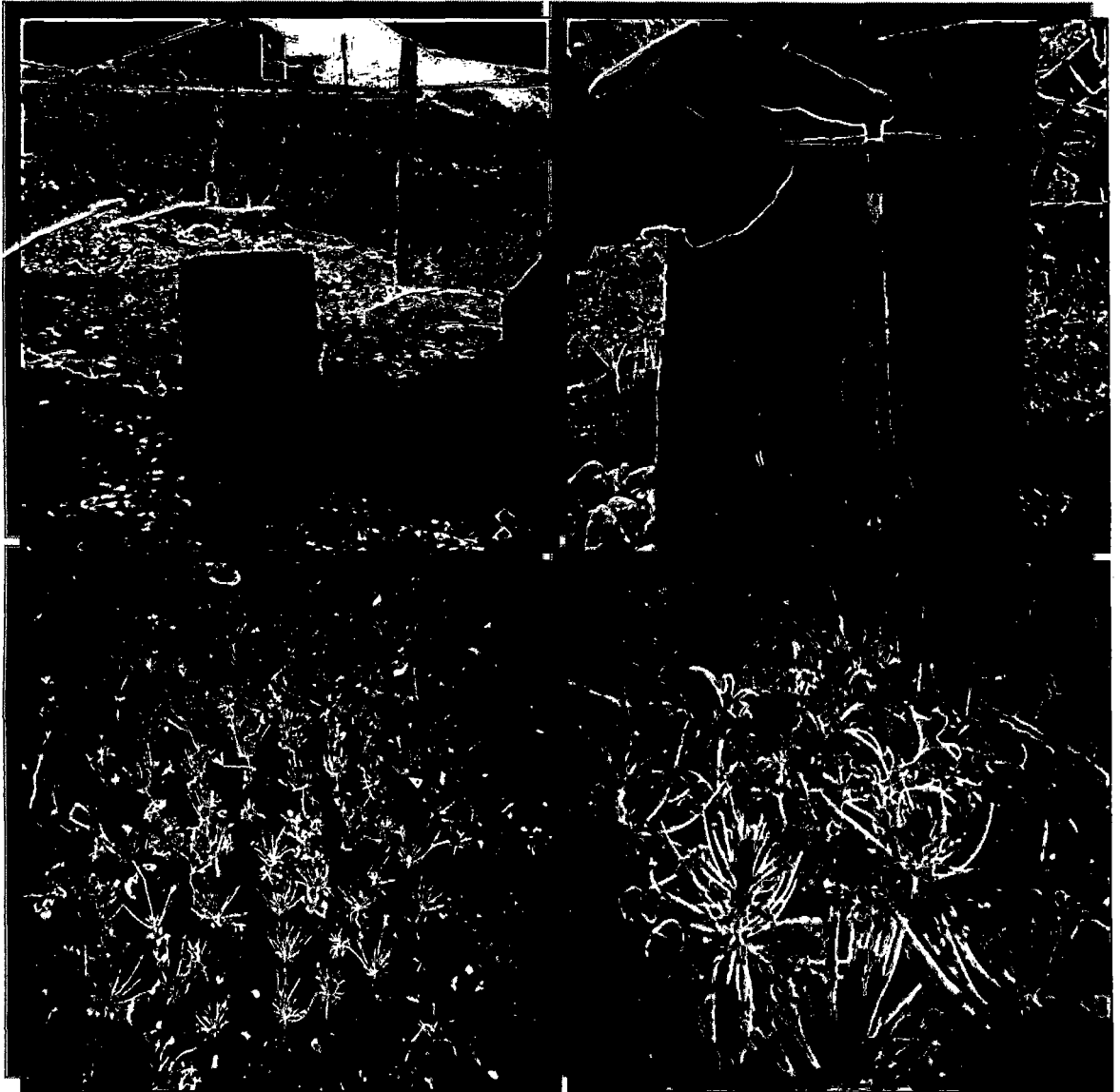


**Figura 9.** Enfilado de semillas, llenado de bolsas de repique y preparación del sustrato para el repique.





Figura 10. Repique de plantones de *Pinus radiata* D. Don.



**Figura 11.** Condiciones de los plantones de *P. radiata* D. Don, al momento de su evaluación.



GERENCIA REGIONAL  
DE AGRICULTURA

“Año de la Consolidación Económica y Social del Perú”

## CONSTANCIA

EL SUSCRITO DIRECTOR DE PROMOCIÓN AGRARIA DE LA GERENCIA REGIONAL DE AGRICULTURA DEL GOBIERNO REGIONAL LA LIBERTAD

### HACE CONSTAR :

Que el Sr. Bach. **RAFAEL ENRIQUE VELA RODRIGUEZ**, identificado con Documento Nacional de Identidad N° 41839044, realizó la fase de campo de la investigación “Efecto de Diferentes Sustratos en el Repique de Pino (*Pinus radiata*, D. Don), en la Comunidad de Nueva Unión, Distrito de Sarín, Provincia de Sánchez Carrión, Región La Libertad”, enmarcada dentro del Proyecto Mejoramiento de la Producción Forestal en las Comunidades de los Distritos de Sarín (Provincia de Sánchez Carrión) y Santa Cruz de Chuca (Provincia de Santiago de Chuco), en la Región La Libertad, durante el periodo comprendido entre el 01 Mayo al 30 de Noviembre del 2009.

Se Expide la presente Constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines pertinentes.

Trujillo, Enero del 2010.



REGIÓN "LA LIBERTAD"  
GERENCIA REGIONAL DE AGRICULTURA  
DIRECCIÓN DE PROMOCIÓN AGRARIA

Ing. Juan Julio Castro Marcelo  
Director