

INTRODUCCIÓN.

En cualquier intento de repoblación, para las especies que se reproducen sexualmente, la semilla y plántulas representan una de las fases más importantes de su ciclo de vida, donde debe tomarse en consideración los diferentes factores que afectan esta fase, tales como la calidad de la semilla y factores climáticos.

Las plantaciones con cualquier especie requieren para aumentar las posibilidades de arraigo y supervivencia que la planta tenga el tamaño y vigor adecuado, y luego de haber sido seleccionada correctamente para el lugar definitivo la especie, ya que es totalmente necesario y fundamental que en todo proyecto de plantaciones en terrenos forestales, deba considerar la producción de plántulas en vivero, como etapa previa a la plantación.

En la fase del vivero es requisito esencial contar con plántulas dotadas de reservas nutritivas, sistema radicular bien formado y capaz de ramificarse profundamente, formando plantas rustificadas para posibilitar el éxito del trasplante.

Por este motivo es necesaria una investigación hacia la optimización del crecimiento rápido de las plántulas para disminuir el tiempo de permanencia de las mismas en el vivero para cuyo efecto se emplea de dos tipos de sustrato y macetas, por esto surge la necesidad de tener conocimiento de la influencia que permitan conocer el comportamiento del crecimiento de la especie.

Con el propósito de lograr que un mayor número de plantas sobreviva a esta etapa se utilizan instalaciones especiales en las que se manejan las condiciones ambientales y se proporcionan las condiciones de crecimiento más favorables para que las nuevas plantas continúen su desarrollo y adquieran la fortaleza necesaria para trasplantarlas al lugar en el cual pasarán el resto de su vida.

1.1.JUSTIFICACIÓN.

Es importante que la planta tenga la dimensión y energía adecuada, que las proporciones de tallo y raíz sean tales que aseguren el equilibrio fisiológico y que la raíz tenga una conformación que la predisponga para una rápida utilización de todas las posibilidades de penetración, expansión y absorción de que está dotada la especie.

Casi en la totalidad de los centros de producción tanto estatales como privados se utilizan macetas de polietileno rellenas con tierra, por ello se investiga el uso del envase súper leach (envase cónico), a efecto de determinar la maceta y proporción de mezcla más adecuada.

1.2.OBJETIVOS.

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar el comportamiento de crecimiento de la especie Ciprés, con el uso de dos tipos de macetas (bolsas de polietileno y súper leach), y la aplicación de diferentes sustratos en la etapa de vivero a fin de obtener plantas de óptima calidad.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Realizar un control interno de calidad de las semillas a utilizar (% pureza, % de germinación, CH, peso de 1000 semillas, capacidad germinativa y energía germinativa).
- Estudiar la relación más adecuada entre el crecimiento de la plántula, el tipo de maceta y sustrato.
- Estudiar el efecto de la composición de los dos sustratos a emplear en el crecimiento y en la calidad de los plantones en el vivero.
- Evaluar el tipo de maceta y el sustrato más adecuado empleando el diseño experimental bifactorial en bloques al azar.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO.

1.1.ECOLOGÍA DE LA ESPECIE.

1.1.1. Descripción de la Familia Cupressaceae.

Pilger propone: Árboles y arbustos abundantemente ramificados; hojas en verticilos trímeros, en las formas juveniles aciculares, en la planta adulta escuamiforme. Aparatos reproductores sobre ramas terminales cortas o bien, axilares. Estróbilos leñosos, coriáceas bacciformes (*Juniperus*), con semillas aladas o no, con dos, más raramente 5-6, cotiledones. Comprende tres tribus: *Thujoideae*, *Cupressoideae*, *Juniperoideae*. (José Vidal, 1962).

1.1.2. Descripción del género *Cupressus*.

Plantas monoicas. Flores masculinas oblongas, compuestas de numerosas hojas polínicas opuestas, peltadas con 4-6 sacos polínicos cada una, de dehiscencia longitudinal. Estróbilos femeninos globosos o subglobosos, compuestos de 6 o más escamas peltadas, opuestas valvadas, provistas de una apófisis dorsal. Conos maduros leñosos, de maduración bienal. Semillas en número de 6-20 por escama. Árboles de hojas escamiformes, romboidales, agudas, sub agudas u obtusas con o sin glándula resinosa dorsal, finamente denticuladas en el margen. (Milan J. Dimitri, 1978).

1.1.3. Variedades conocidas.

Existen dos variedades: una de ramas extendidas (var. *horizontalis* Gord.) y la otra de forma fastigiata (var. *pyramidalis* Nyam). La primera se presta más para repoblaciones forestales, y la segunda para fines ornamentales. (FAO, 1956).

1.1.4. Descripción de la especie *sempervirens* L.

Coníferas arbóreas siempreverdes, con la corteza que se desprende y exfolia. Ramillas tetragonas, redondeadas o aplanadas. Hojas escamiformes dispuestas en pares decusados, imbricadas, a menudo con una glándula resinosa. Conos globosos u

ovalados, leñosos, con 6-14 escamas. Comprende unas 20 especies distribuidas por Norteamérica hasta América Central, Norte de África hasta China Central.

1.1.5. Características generales del *Cupressus sempervirens horizontalis*.

Reino: Plantae

División: Espermafitas

Clase: Gimnospermas

Orden: Coniferales.

Familia: Cupresaceae.

Género: Cupressus

Especie: *C. sempervirens horizontalis*

Linneo, C. (1735).

1.1.5.1.Descripción del árbol.

Cupressus sempervirens, Horizontal (*Cupressus sempervirens* f. *sempervirens*; sinónimo *C. sempervirens* f. *horizontalis*): con ramificación extendida y aspecto de cedro o de pino. El Ciprés común, es una [especie arbórea de hoja perenne](#) de la [familia](#) de las [Cupresáceas](#). Tiene gran longevidad, existiendo ejemplares con más de 1000 años. (Linneo, C. 1735).

1.1.5.1.1. Tamaño.

Es un árbol de forma piramidal, que alcanza 20 a 25 m de altura y 1,5 a 2 m. de diámetro en su tronco; a menudo éste se bifurca desde la base. La corteza es arrugada, con fisuras longitudinales, de superficie escamosa. Presenta ramillas aplanadas y opuestas siempre en un plano. Hojas de uno a 5 mm de longitud, aunque las laterales pueden llegar a medir hasta 7mm. (César Fernández, 2009).

1.1.5.1.2. Tallo.

Su madera no se cotiza tanto en el mercado como otras, como las de roble o pino, pero el gran olor que desprende su corteza fina y color pardo claro, semejante al del cedro, es bastante apreciado en la industria de aromas. (César Fernández, 2009).

1.1.5.1.3. Tronco.

Recto, pudiendo alcanzar hasta un metro de diámetro, aunque excepcionalmente se han encontrado ejemplares de hasta 3 m. de diámetro en su base. Corteza delgada, más o menos lisa, de color grisáceo en árboles jóvenes que con la edad cambiará a un pardo oscuro y grietas longitudinales. (César Fernández, 2009).

1.1.5.1.4. Flores.

Las masculinas son cilíndricas de tono amarillento entre 3 y 5 milímetros de largo y lanzan el polen entre febrero y marzo. Las femeninas forman conjuntos de pequeñas piñas o conos de color gris verdoso de 2 a 3 cm de diámetro, con 8 a 14 escamas, que al madurar adquieren un aspecto leñoso. La floración se produce en primavera y la maduración se produce en el otoño del año siguiente de la polinización, cerca de 20 meses después. (César Fernández, 2009).

1.1.5.1.5. Hoja.

Señalar que su característico color verde mate y su forma plana, escamiforme y delgada. De su cultivo hay que anotar su crecimiento rápido y la tolerancia a suelos de casi cualquier tipo, puesto que no es muy exigente con el sustrato. Las semillas son el principal método de reproducción, pero también se acude al injerto. (César Fernández, 2009).

1.1.5.1.6. Frutos.

Son pequeños, esféricos duros, y de color verde, que se tornan cafés al madurar. (César Fernández, 2009).

1.1.5.1.7. Raíces.

Esta especie tiene sus raíces bien desarrolladas. Las secundarias son horizontales, superficiales y alargadas, lo que les permite anclarse firmemente en el suelo. (César Fernández, 2009).

1.1.5.1.8. Madera.

De color pardo claro, nudosa, resistente y bastante ligera. No es resinosa, pero exhala un perfume que recuerda a la madera del cedro. Es de muy larga duración, se considera imputrescible y que no existe ningún insecto que lo ataque. (César Fernández, 2009).

1.2.CULTIVO.

Se ha cultivado extensamente como árbol ornamental durante milenios lejos de su lugar de origen, principalmente en la región mediterránea central y occidental y en otras áreas similares con veranos calientes y secos, e inviernos suaves y lluviosos. Puede también prosperar con éxito en áreas más frías, con veranos más húmedos.

Su crecimiento es rápido durante los primeros años, en los que llega a alcanzar de 20 a 30 m. de altura. (César Fernández, 2009).

1.3.DISTRIBUCIÓN DE *CUPRESSUS SEMPERVIRENS*.

Su distribución es comúnmente por los cordones montañosos de los Andes, hasta 2000 msnm. Se halla por lo general en laderas y creciendo en localidades áridas, suelos pobres y erosionados, corrientemente de origen volcánico. En la parte más septentrional de la zona de distribución se desarrolla formando bosques puros. No se asocia de manera definida con otras especies.

El ciprés vive en zonas de precipitaciones irregulares, y tiene para ello una gran capacidad de controlar la transpiración, al igual que otras cupresáceas como los enebros y sabinas. Donde vive de forma natural lo hace asociado con *Juniperus phoenicia*, *Quercus ilex*, *Pinus halepensis* y *Tetraclinis articulata*.

Fuera de su área de distribución, el ciprés aparece cultivado en parques, jardines y calles, siendo muy cultivado y difundido, llegando a ser uno de los elementos característicos del paisaje mediterráneo. Está extendido para formar setos de alturas, tolerando bien el frecuente recorte al que es sometido. (Cesar Fernández, 2009).

1.4.DISTRIBUCIÓN NATURAL DEL CIPRÉS.

Es una especie originaria de las montañas semiáridas del E y S de la región mediterránea. Su área actual es extensa pero disyunta, siendo muy reducida, presentando ejemplares o masas muy reducidas y en regresión. Las poblaciones actuales son meras reliquias de extensas masas continuas ya desaparecidas. (César Fernández).

1.5.REQUERIMIENTOS DEL CIPRÉS.

Crece a pleno sol e incluso en clima seco, suelos ácidos infértiles, o suelos alcalinos. Propagar especies típicas de las semillas que germinan fácilmente en primavera y se cultiva principalmente por injerto o por esquejes semi-leñosos cortados en el verano. En algunas áreas, con veranos calientes y secos, e inviernos suaves y lluviosos, Puede también prosperar con éxito en áreas más frías, con veranos más húmedos. (César Fernández).

1.5.1. Clima.

El ciprés es un árbol de exposición soleada o media sombra. Se desarrolla en climas templados con ambientes húmedos a secos. En su lugar de origen soporta heladas de hasta -15 °C y crece con temperatura media anuales de 13°C y humedades superiores a los 400 mm. Este árbol tolera sequías moderadas. (César Fernández).

1.5.2. Suelo.

El ciprés prefiere terrenos profundos con buen drenaje y poco fértiles. Se adapta a casi toda clase de suelos, incluso los más pobres en nutrientes y ligeramente secos. Es intolerante a suelos húmedos. (César Fernández).

1.6.PRINCIPALES USOS.

1.6.1. Medicinal.

Este árbol contiene aceites esencialmente con propiedades antisépticas, astringentes y antiespasmódicas entre otras. Se emplea para bajar la presión así como aliviar várices, hemorroides, infecciones urinarias, tos, congestión nasal y excesiva transpiración. Los masajes con aceites de ciprés mitigan el reumatismo.

1.6.2. Ornamental.

De preferencia se utiliza como árbol de ornato en jardinería o para alineación de parques, avenidas y calles debido a que crece bien en espacios reducidos, algunos ejemplares se cultivan en viveros comerciales y se caracterizan por sus diversos tonos de follaje. Se puede asociar muy bien con cedros o con pinos.

1.6.3. Maderable.

Madera para marcos de ventanas y puertas, muebles rústicos, postes y pilotes (FAO, 1956).

1.6.4. Agroforestal.

Puede ser utilizado para retener taludes y para formar cortinas rompe vientos.

1.6.5. Industrial.

Se producen generalmente troncos nudosos, lo que limita la aplicación industrial de su madera. Se aprovechan los aceites esenciales del ciprés para ser usados en la industria, farmacéuticas, cosmetología y de perfumería.

1.7.TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN DEL CIPRÉS.

1.7.1. Propagación por semillas.

Es recomendable a finales del invierno o en primavera. La semilla es la unidad biológica básica para la reproducción de la mayoría de las plantas.

Cada semilla combina genes masculinos y femeninos en el embrión y da lugar al vástago, que difiere genéticamente de las plantas parentales. Con ello, una especie

puede preservar su identidad, aunque el material genético se intercambia constantemente entre especies, de forma que puede evolucionar y, por tanto, adaptarse a los cambios del entorno.

Las semillas permiten también que una planta colonice una zona extensa y pueden permanecer aletargadas hasta que las condiciones sean favorables, lo que incrementa enormemente sus posibilidades de supervivencia.

Reproducir plantas por semilla es sencillo y económico. La multiplicación por semilla tiene el inconveniente que combina los genes de sus progenitores y se pueden perder buenas características de sus padres.

Este problema es más patente si se usan semillas recolectadas por uno mismo que si se compran en el comercio, semillas certificadas, ya que en este caso, son obtenidas con garantía de identificación y procedencia. (CPR Trujillo, Molano D.).

1.7.2. Propagación por esquejes de tallos jóvenes.

Los esquejes se obtienen a partir de los tallos, las hojas o las raíces de la planta. Es recomendable a finales del invierno o finales del verano.

La multiplicación a partir de esquejes explota la habilidad de algunas plantas en las que un fragmento de tejido vegetal (de tallo, hoja, raíz o yema) puede convertirse en una nueva planta totalmente desarrollada, con sus propias raíces y yemas. En este proceso regenerativo las raíces desarrolladas a partir de un fragmento de tallo, hoja o tejido de yema se denominan raíces adventicias.

El proceso de obtención de esquejes es relativamente sencillo, pero el éxito depende de varios factores. La habilidad inherente a las plantas progenitoras de producir raíces adventicias determinará los cuidados necesarios para que los esquejes enraícen. Además, la condición de los progenitores influye en la calidad del esqueje enraizado.

Hay que elegir siempre un ejemplar sano, pues las enfermedades o plagas podrían transmitirse al esqueje. El material procedente de plantas jóvenes, especialmente cuando se encuentran en plena etapa de crecimiento, tiene más probabilidades de

enraizar. Regar las plantas progenitoras unas pocas horas antes, de forma que el tejido esté turgente, en especial si va a realizar esquejes foliares. (CPR Trujillo, Molano D.).

1.7.3. Propagación por injerto de empalme lateral.

Es recomendable a finales del invierno.

El injerto implica la unión de dos plantas diferentes en una sola que posea las mejores características de sus dos progenitores con el fin de que crezca fuerte y sana. El sistema radicular lo proporciona una de las plantas, llamada patrón o portainjerto, y el de desarrollo, la otra, es decir, el injerto. Aunque el portainjerto condiciona en gran medida el desarrollo del injerto, ambos mantienen identidades genéticas separadas y no se da intercambio de tejido celular entre las partes injertadas. Los vástagos desarrollados por encima y por debajo de la unión presentarán características del patrón o del injerto, pero no de ambos. (CPR Trujillo, Molano D.).

1.8.CONTROL INTERNO DE LA CALIDAD DE LA SEMILLA.

La semilla se constituye en una tecnología esencial e imprescindible en la producción de alimentos, por lo que es necesario contar con una semilla de alta calidad para lograr mayor productividad.

La semilla es una porción de vida, cuya función es dar continuidad a la vida de las especies y de diseminarlas. Así la semilla se constituye en la unión el pasado y la nueva generación, siendo portador de los caracteres hereditarios.

Con el objeto de preservar estas características así como las características fijadas por el mejorador en el proceso de desarrollo de una o más variedades, se establecen sistemas de producción de semillas.

La calidad de la semilla esta expresada básicamente por cuatro atributos: calidad genética, calidad fisiológica, calidad física y calidad sanitaria, atributos que influyen en la calidad de la semilla para originar un cultivo uniforme, constituido de plantas vigorosas representativas de la variedad.

Es así que uno de los factores más importantes, dentro de un programa semillero es el control de calidad con el objeto de determinar el valor de las semillas de un lote para fines de siembra.

La gran importancia del control de calidad se debe a que los resultados obtenidos en el laboratorio a través de las pruebas de calidad son la base para tomar decisiones en las diferentes fases de producción de semillas: producción, cosecha, secado, acondicionamiento, tratamiento y almacenamiento.

Para la comercialización de semillas es necesario que los análisis de un mismo lote, ejecutados uniformes comparables entre sí dentro los límites de tolerancia; para ello es necesario obedecer reglas, comprender definiciones y procedimientos fundamentales basados en investigaciones y experiencias acumuladas por analistas y tecnologías de semillas condensadas en las reglas internacionales ISTA.

Sin embargo debemos recordar que los análisis son ejecutados en una pequeña muestra (1kg) del lote de semilla (máximo 40 t), y que por mucho que se trabaje según indican las reglas de ISTA los resultados indicaran solamente la calidad de las semillas sometidas al examen, de ahí la importancia de que la muestra sea altamente representativa del lote.

Los análisis de calidad de semilla se pueden dividir en grandes grupos:

- Pureza.
- Germinación.
- Viabilidad.
- Humedad.
- Peso de 1000 semillas.

1.8.1. Muestreo.

El objetivo del muestreo es obtener una muestra de tamaño adecuado para el análisis, en la cual la probabilidad de que un constituyente este presente, esta determinado solamente por su nivel de ocurrencia en un lote de semilla.

Para tomar la muestra de un lote de semillas, es necesario comprobar primero que el lote sea lo más uniforme posible, que no presente durante el muestreo signos de heterogeneidad y que no exceda en cantidad a lo prescrito en las reglas de análisis de semillas ISTA.

La muestra de envío, es decir la muestra que se remite debe tener un peso mínimo por especie y un peso máximo de 1.000 gr., esta muestra se obtiene de la reducción de la muestra compuesta, la cual está formada por la combinación y mezcla de todas las muestras primarias.

1.8.2. Análisis de pureza.

El objeto del análisis de pureza es determinar la calidad de la muestra en cuanto a los componentes y consecuentemente en cuanto a la composición del lote al que representa.

Este análisis nos permite determinar:

- Semilla pura.
- Otras semillas.
- Materia inerte.

1.8.2.1.Semilla pura.

Esta definida como toda semilla que corresponde a la especie analizada declarada por el remitente o encontrada como predominante durante el análisis. Es decir que son consideradas semillas puras las siguientes:

- Semillas enteras de tamaño inferior al normal, arrugadas, aplastadas, atacada por los hongos y con inicio de germinación desde que puedan ser reconocidas como pertenecientes a la especie o variedad analizada.
- Fragmentos de semillas cuyo tamaño es superior a la mitad de su tamaño original, pudiendo contener o no, embrión.

- Semillas enteras con tegumento intacto conteniendo o no con semilla en su interior. Semilla desnuda de gramíneas y cereales.

1.8.2.2.Otras semillas.

Son todas las otras semillas que no corresponden a la especie analizada incluyendo en estas semillas cultivadas, silvestres o nocivas.

Las mismas definiciones aplicadas a las semillas puras pueden ser aplicadas a las otras semillas, con excepción de que ellas deben ser viables. Es decir semillas mal desarrolladas, fragmentos sin embrión, semillas severamente dañadas por hongos o dañadas que no puedan ser reconocidas y que no son capaces de germinar, son clasificadas como material inerte.

1.8.2.3.Materia inerte.

Es toda semilla que no pertenece a la especie y otros materiales que no sean semillas y que no se encuentran en las siguientes condiciones:

- Fragmento de semillas de especies cultivadas o silvestres cuyo tamaño sea igual o menor que la mitad del tamaño original.
- Semillas cuyos tegumentos se hayan desprendido por completo, si como las estructuras en que sea evidente que no existe una semilla verdadera.
- Flores estériles sueltas, tierra, arena, piedras, tallos, agallas de nemátodos, etc.

El cálculo se realiza mediante la fórmula:

$$\% \text{ Pureza} = \frac{\text{Peso}_{\text{ semilla}_{\text{ pura}}}}{\text{Peso}_{\text{ total}_{\text{ muestra}}}}$$

1.8.3. Determinación del peso de 1000 semillas.

El objetivo de esta prueba es determinar el peso de 1000 semillas de la muestra remitida. La información de esta prueba es utilizada principalmente para determinar la densidad de siembra y para la calibración de la sembradora.

Esta prueba es ejecutada en fracción de semilla pura, pesando directamente 1000 semillas retiradas al azar o pesando ocho repeticiones de 100 semillas retiradas al azar.

El resultado es expresado con el número de cifras decimales usadas en el análisis de pureza.

1.8.4. Determinación del contenido de humedad de las semillas.

La viabilidad de las semillas y consecuentemente su mayor o menor longevidad dependen de la interacción de varios factores entre los cuales la humedad ocupa un lugar de indiscutible importancia. El contenido de agua de las semillas influye en su comportamiento, cuando son sometidas a las diferentes situaciones que acompañan todas las etapas de producción hasta la comercialización, por tanto determinaciones frecuentes del contenido de agua son necesarias para establecer y adoptar procedimientos adecuados para evitar, o por lo menos minimizar los daños que frecuentemente ocurre en las semillas. El objetivo es determinar la cantidad de agua contenida en la semilla. El tamaño de la muestra remitida para determinar dicho contenido es variable dependiendo de la especie, pero debería recibirse en un recipiente herméticamente cerrado, del cual se ha eliminado la mayor parte posible del aire.

El cálculo del contenido debe hacerse sobre la base del peso en húmedo o en fresco, es decir:

$$\% \text{Cont.de } _ \text{humedad} = \frac{\text{peso } _ \text{original} - \text{peso } _ \text{tras } _ \text{sec } \text{ado } _ \text{en } _ \text{estufa}}{\text{peso } _ \text{original}} * 100$$

Aunque la utilización del peso húmedo como punto de partida es el procedimiento que prescribe las normas ISTA y está convirtiendo cada vez más en la forma de expresar el contenido de humedad, aún no es universal.

1.8.5. Análisis de germinación.

El objetivo de la prueba de germinación es determinar el potencial máximo de germinación de un lote de semillas, el cual puede ser usado para comparar la germinación de un lote de semillas, el cual puede ser usado para comparar la calidad de diferentes lotes y también para estimar el valor para fines de siembra.

La metodología de la prueba de germinación a sido desarrollada bajo condiciones controladas para lograr una germinación completa, rápida y regular para la mayoría de las especies. Es decir que las condiciones en las cuales debe ejecutarse la prueba son padronizadas para lograr resultados parecidos, cuando ejecutados en diferentes laboratorios, pudiendo existir diferencias mínimas dadas por el uso de diferentes muestras.

Según las reglas ISTA, la germinación de una semilla en una prueba de germinación es el desarrollo de la plántula a un estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales indica si es o no capaz de tener un posterior desarrollo satisfactorio en planta, sobre condiciones de suelo.

El cálculo se realiza mediante la fórmula:

$$\%Germinación = \frac{N^{\circ} de _ semillas _ germinadas}{N^{\circ} de _ semillas _ sembradas} * 100\%$$

1.8.5.1.Poder Germinativo (%PG).

Es el porcentaje de semillas que germinó y desarrolla una plántula normal cuando se coloca en condiciones ambientales óptimas para su crecimiento.

En cada especie se determina el tiempo y las condiciones ambientales óptimas para llevar a cabo los análisis (INASE, ISTA). En algunas especies se utiliza como sustrato papel, mientras que en otras se hace sobre arena. (Celina I. Borrajo, 2006).

1.8.5.2.Energía germinativa o Vigor.

Representa la velocidad de germinación y la rapidez de la semilla para desarrollar una plántula normal. El tiempo estipulado para calcular el porcentaje de semillas que

germinó varía con la especie y suele ser aproximadamente $\frac{1}{4}$ del tiempo que se considera para %PG. La energía germinativa es un parámetro muy útil porque nos da una idea de la cantidad de la semilla que rápidamente emergerá en el campo, minimizando las pérdidas de semilla por depredadores. (Celina I. Borrajo, 2006).

1.8.5.3. Valor útil.

El valor cultural es la cantidad de semillas que germinen en 1 kilogramo en condiciones normales en humedad, temperatura y luminosidad.

$$\text{Valor}_{\text{útil}} = \frac{\% \text{ pureza} * \% \text{ germinación}}{100}$$

1.8.6. Viabilidad.

Se utiliza para algunas semillas que presentan períodos de dormancia o latencia, o sea que a pesar de estar vivas, poseen un período de letargo que les impide germinar hasta que condiciones ambientales (horas de frío, luz, oscuridad,...) determinen la finalización de ese estado. Expresa en porcentaje la cantidad de semillas que está viva respecto al total de semillas de la muestra. (Celina I. Borrajo, 2006).

$$N^{\circ} \text{ de } _ \text{sem } _ \text{viables} / \text{kg} = N^{\circ} \text{ de } _ \text{sem } _ \text{puras} + \text{impurezas} * \frac{\% \text{ de } _ \text{germ}}{100}$$

1.9. PRODUCCIÓN DE PLANTAS.

1.9.1. Vivero.

El vivero forestal es un lugar en el que se cultivan plantones hasta que estén listos para ser plantados.

En la naturaleza, las plantas para propagarse necesitan que sus semillas lleguen en buen estado al suelo, y que allí encuentren buenas condiciones para germinar y crecer. Este período es el más delicado en la vida de la planta. La semilla debe enfrentar temperaturas muy altas o bajas, falta de humedad, enfermedades, animales que la comen,... y después, si consigue germinar, la plantita puede sufrir también la

falta de agua, el calor o las heladas, un suelo pobre, ataque de animales, enfermedades, etc.

Es por ello que las plantas producen mucha semilla, para asegurarse que al menos algunas puedan escapar a todas estas dificultades, germinar y crecer para formar una planta adulta.

En los viveros forestales, se controlan todas estas condiciones durante la delicada etapa que va desde la semilla a un plantín lo suficientemente desarrollado como para crecer sano y fuerte cuando lo plantemos.

El objetivo del vivero es el de producir la cantidad de plantas necesarias y que éstas sean buenas, fuertes y sanas, para que “prendan” cuando se las plante y crezcan bien, para cumplir con el objetivo de la plantación. Debe cumplirse de un modo natural y orgánico, aprovechando los recursos disponibles en cada región y con el menor costo posible. (Marcelo Navall).

Existen diferentes tipos de viveros forestales.

Según la duración que tengan, pueden ser permanentes o temporarios; según el tipo de producción, serán plantas en envase o a raíz desnuda y según el tamaño, pueden ser pequeños, medianos o grandes. Cada uno de estos tipos de vivero tiene su propio diseño y manejo.

1.9.1.1.Viveros permanentes.

Se proyectan y construyen con la idea de una duración en el tiempo ilimitada, por lo cual se dotan de infraestructura fija, producen planta de varias especies y con variedad del tipo de planta (estructura, edades,...). Centralizan la producción para una región grande, a veces incluso una provincia. También se encarga de la producción de semillas.

1.9.1.2.Viveros temporarios.

Se proyectan para suministrar en una zona donde se van a ejecutar una repoblación. Sólo se producen 1 o 2 especies, con un solo método de producción (envase o raíz

desnuda) y se abandona después de la repoblación. A partir de 400-500 Has, se haría un vivero volante.

1.9.2. Criterios para la instalación de un vivero.

1.9.2.1. Selección del sitio.

El primer paso en la construcción del vivero es la selección del sitio, que debe decidirse con cuidado porque una mala ubicación puede complicar mucho los trabajos posteriores. (Marcelo Navall).

1.9.2.1.1. Localización.

El vivero debe localizarse en un sitio que sea lo más representativo posible de las condiciones climáticas y edáficas de la zona por reforestar, que coincidan lo más posible con las exigencias ecológicas de la especie seleccionada. Evitar sitios con mala exposición: demasiado expuestos al viento o con heladas. (Glenn Galloway, 1983).

1.9.2.1.2. Ubicación.

Para reducir el costo de transporte desde el vivero al campo definitivo la ubicación ideal sería el centro de la zona de distribución.

Los viveros permanentes deben estar situados a la orilla de carretera transitable durante todo el año. En caso de viveros volantes ubicados en el sitio mismo de la plantación, los plántones se pueden transportar con asémilas u otros medios. (Glenn Galloway, 1983).

1.9.2.1.3. Tamaño.

El tamaño de un vivero depende del área máxima que se piense reforestar por año. En general los viveros grandes resultan más convenientes que los viveros pequeños, siempre que sean bien manejados. Su forma ideal es cuadrada o rectangular. (Glenn Galloway, 1983).

1.9.2.1.4. Topografía.

Es importante seleccionar un lugar plano para el vivero. Para un buen drenaje es necesario tener una pendiente de 2 a 3% y una profundidad de suelo agrícola de aproximadamente 60 cm. (Glenn Galloway, 1983).

1.9.2.1.5. Disponibilidad de agua.

Debemos contar con una fuente de agua en cantidad, permanente durante todo el año. No sólo la cantidad de agua es importante, sino también su calidad; es necesario medir su pH, que debe ser menor de 7. Su salinidad debe ser muy baja y no contener patógenos, esporas de hongos, ni alta concentración de productos químicos agrícolas. Un agua de reacción alcalina (pH mayor a 7) favorece el ataque de hongos (la chupadera o “damping-off”) en los almácigos, además de que al concentrarse la salinidad en las bolsas, puede ser toxica a los plantones. (Glenn Galloway, 1983).

1.9.2.1.6. Suelo.

La textura del suelo en vivero es importante. Los suelos livianos (franco-arenosos o arenoso-limosos), con una profundidad 60 a 120 cm y libre de “hardpan” o capa gris, son los preferidos. Dichos suelos favorecen el crecimiento radicular, drenan mejor, pueden trabajarse en épocas de lluvia, y presentan menos problemas de malezas.

Lo ideal sería un suelo con un porcentaje de arcilla y limo no mayor de 20-30%. También el pH del suelo es importante. En general, un pH entre 4.5 y 5.5 es el mejor para pino y ciprés, mientras que un pH de 5.5. a 7 es bueno para latifoliadas. (Glenn Galloway, 1983).

1.9.2.1.7. Disponibilidad de obreros.

Es ventajoso ubicar el vivero cerca de un centro de población a fin de asegurarse la disponibilidad de mano de obra. (Glenn Galloway, 1983).

1.9.2.2.Preparación del terreno.

Como primera medida se elimina toda vegetación, para evitar que sirva como fuente de malas hierbas y de sombra. Solo en caso de vientos fuertes se dejarán o pondrán

arboles como cortina rompevientos. Es muy importante diseñar y mantener un buen sistema de drenaje. (Glenn Galloway, 1983).

1.9.2.3. Establecimiento de almácigos.

El tamaño de los almácigos generalmente es de 1 m. de ancho por 10 mts de largo. Deben ser camas altas de 10 a 15 cm. La orientación debe ser de Este a Oeste, para que reciban sombra del tinglado o cobertura elevada durante todo el día.

En primer lugar se debe preparar el suelo destinado a macigado de semillas, el mismo que debe ser suelto para facilitar su germinación y posteriormente el desarrollo de las plantas; una vez transcurrido el periodo de desinfección, la siembra se la efectúa al voleo sobre el suelo humedecido cubriéndola con una capa de suelo (limo-arenoso); posteriormente las macigueras deben cubrirse con paja o arpillera para protegerlas de las variaciones de temperatura con el propósito de mantener una humedad que facilite la germinación, se riega e intervalos de tal manera que el suelo de las macigueras no ofrezca riesgos de ataque de hongos, por excesiva humedad.

Una vez germinadas las primeras semillas se levanta la arpillera o paja, colocándose media sombra a una altura de 15 a 20 cm hasta que en las plántulas broten sus primeras hojas, pasado este periodo se procede al trasplante o repique.

En el establecimiento de un almacigo o semillero hay tres aspectos principales:

- a. Proveer condiciones físicas favorables a la absorción del agua por la semilla, penetración de las raíces, y emergencia de las plántulas.
- b. Sembrar la semilla con densidad y profundidad óptimas.
- c. Evitar la mortandad a causa de enfermedades.

1.9.2.3.1. Sustrato.

Para prevenir la incidencia de la chupadera o “damping-off” es efectivo usar tierra con pH menor de 5.5. Hay que evitar siempre el uso de tierra con alto contenido de materia orgánica o de reacción alcalina, que favorecen el ataque de dichos hongos. El

sustrato debe tener una buena porosidad para permitir un adecuado drenaje y la penetración del aire. (Glenn Galloway, 1983).

1.9.2.3.2. Desinfección.

Para prevenir en ataque de la chupadera hay que desinfectar el sustrato antes de cada siembra. Para ello, por ejemplo, se aplica una mezcla de 250 cm³ de formalina (formol) al 40%, en 15 litros de agua para 3 m², cubriendo bien el suelo con plástico durante unas 48 horas. Luego quitar la cubierta se puede sembrar la semilla cuando el olor de la formalina haya desaparecido. (Glenn Galloway, 1983).

1.9.2.4.La semilla.

Una semilla es una unidad de diseminación y reproducción sexual que se desarrolla a partir de los óvulos de las flores. Para que una semilla se desarrolle debe producirse en primer lugar una polinización, llegada del grano de polen al estigma de la flor, seguida de la fecundación del óvulo. Es, además, la estructura que permite supervivencia y dispersión en diferentes condiciones ambientales, así como una subsiguiente germinación exitosa. (Eugenia Flores V., 1994).

1.9.2.4.1. Recolección de la semilla.

La semilla es la forma más práctica y eficiente para recolectar, transportar, estudiar y almacenar la diversidad vegetal. Cada una de ellas es, potencialmente, un nuevo individuo que contiene parte de la variabilidad genética presente en toda una población. No obstante, el conjunto de semillas producidas en un año determinado, contiene toda o gran parte de la diversidad genética constituyente de la población original (Ver cuadro N° 1). (Kate Gold, Pedro León, Michael Way, 2004).

Los **sistemas** de recolección de semillas o frutos forestales se pueden clasificar en:

- a) *Recogida de árboles apeados.*- Se aprovechan las cortas, condicionando la época de apeo para que coincida con la maduración.
- b) *Recogida en depósitos producidos por viento, agua o animales.*- Podría aplicarse a chopos, sauces y olmos, recogiendo depósitos producidos por viento o agua, pero la

fugaz viabilidad de las semillas de estas especies y el hecho de que en su cultivo se utilicen preferentemente procedimientos de reproducción vegetativa, no lo aconseja.

c) *Recogida del suelo*.- Consiste en esperar la caída natural de los frutos o semillas, despreciando las que caen en primer lugar que suelen ser inmaduras o afectadas por insectos.

d) *Recogida de árboles en pie*.- Se trata de cortar los pedúnculos o ramas que sostienen los frutos. Se puede hacer desde el suelo con auxilio de herramientas de corte montadas sobre pértigas, como el gorguz o las tijeras de podar. También se hace subiendo al árbol el operario con empleo de escaleras manuales telescópicas similares a las de los bomberos, o con diversos equipos auxiliares para trepar. (Serrada, R. 2000).

Cuadro N° 1. Recolección de frutos o semilla.

	MÉTODO	ESPECIE O GÉNERO
Cuando se hace desde el suelo	Recogiendo el fruto directamente de las ramas.	<i>Arbutus, Aronia, Coronilla, Juniperus, Ligustrum, Melia, Nerium, Syringa, Taxus, Thuja.</i>
	Empleando pértigas u otros utensilios de mango largo manejados desde el suelo.	<i>Acer, Casuarina, Catalpa, Cornus, Cupressus, Fraxinus.</i>
	Vareando o agitando los árboles para que caigan los frutos al suelo.	<i>Amigdalus, Celtis, Fagus, Fraxinus, Gleditsia, Juglans, Morus, Quercus, Ulmus.</i>
	Recolectando los frutos o semillas caídos por si mismos al suelo.	<i>Amigdalus, Celtis, Gleditsia, Juglans, Populus, Quercus, Salix.</i>
	Apeando los árboles o aprovechando las cortas ordinarias.	<i>Abies, Eucalyptus, Larix, Picea, Pinus.</i>
	Aprovechando las acumulaciones de frutos ya desprendidos de las plantas y provocadas por agentes naturales o animales.	<i>Populus, Salix, Ulmus.</i>
Cuando no se hace desde el suelo.	Recolectando los frutos o semillas desde escaleras u otros medios similares.	<i>Acacia, Hacer, Alnus, Camelia, Casuarina, Cedrus, Celtis, Citrus, Cupressus, Fraxinus Taxodium, Thuja.</i>
	Trepano o subiendo a los árboles.	<i>Abies, Acacia, Acer, Casuarina, Cedrus, Celtis, Ulmus.</i>

1.9.2.5.La siembra.

Hay dos métodos de siembra: la siembra en almácigos y la siembra directa. La siembra en almácigos se usa cuando la semilla es muy chica, o de mala calidad (mal conservada, vieja, etc.), porque no sabemos bien cuántas van a germinar. Después de que las plantitas tienen cierta altura, hay que transplantarlas a los envases.

En la siembra directa las semillas se usan cuando las semillas son más grandes, se colocan directamente en el envase, ahorrando el trabajo de transplante. Se usa cuando el % de germinación es buena y cuando las especies son delicadas para transplantar. Si no se está seguro de la calidad de la semilla, se pueden colocar tres o más por envase; pero si germina más de una deben cortarse y dejar una sola planta.

Para las dos formas de siembra, el sustrato (del almácigo o el envase) debe estar humedecido. Las semillas se colocan y se tapan con el mismo sustrato, quedando como máximo a una profundidad del doble del tamaño de la semilla. Las semillas poco tapadas pueden quedar al aire con el riego y secarse; las semillas muy tapadas gastarán toda su energía tratando de salir y no podrán lograrlo. Para evitar que se haga una costra, se coloca una cobertura de pasto seco. (Marcelo Navall).

1.9.2.5.1. Técnicas de siembra.

- Al Voleo.

La semilla se dispersa uniformemente en toda la superficie de la cama. (Federico Núñez P.1993).

Las semillas se esparcen uniformemente sobre los bancales eras, procurando que la densidad de su distribución sea homogénea para toda la era. La semilla se esparce a mano si el operador tiene habilidad para distribuirla uniformemente. Este método se utiliza para semillas pequeñas y livianas. (Armando Vásquez, 2001).

- **En Líneas.**

Abrir pequeños surcos, encima dejar caer las pequeñas semillas, luego se recubre con tierra. (Federico Núñez P.1993).

- **Directamente en Bolsas.**

En las bolsas llenas con la mezcla, se siembra una o dos semillas directamente. (Federico Núñez P. 1993).

a. Tratamientos pregerminativos.

Las semillas con epidermos duros se remojan en agua por la noche para acelerar su germinación. Algunas especies requieren para romper la latencia, sumergirlas durante diez minutos en agua casi hirviendo. En caso de que siga siendo problemática, la semilla se puede remojar durante 15 minutos a 6 horas en ácido sulfúrico concentrado, con el fin de romper el epidermo y permitir la posterior imbibición de agua.

También es posible mejorar la calidad de un lote de semilla haciendo lo siguiente: poner las semillas en agua. Después de 24 horas eliminar las que flotan (semillas vanas) y sembrar las que quedan. En esta forma se obtendrá un mejor porcentaje de germinación. (Glenn Galloway, 1983).

b. Profundidad de siembra.

La semilla se siembra a una profundidad igual a su diámetro, cuando se cubren las semillas es importante hacerlo con una capa de arena-tierra tamizada y desinfectada. (Glenn Galloway, 1983).

c. Densidad de siembra.

La densidad de siembra no debe ser demasiado alta a fin de evitar el “damping-off”, pero tampoco muy baja ya que necesitaría más terreno. En general, la distancia entre semillas debe ser el doble de su diámetro.

Se siembra la cantidad necesaria para obtener unas 1500 a 2000 plántulas por m² en el caso de pino, y 2000 a 2500 plántulas por m² en el caso de eucalipto. (Glenn Galloway, 1983).

1.9.2.6.Riego.

El día anterior a la siembra se riegan las camas a razón de cuatro litros de agua por m². Media hora antes de la siembra se riega otra vez, pero con menos cantidad de agua (un litro por m²) para asegurar un buen contacto entre las semillas y el sustrato. La regadera que se use deberá ser de perforaciones pequeñas.

Después de esta etapa los riegos deben ser ligeros y frecuentes para mantener húmedo (pero no mojado) el sustrato. (Glenn Galloway, 1983).

1.9.2.7.Protección.

Para evitar cambios demasiado bruscos en la humedad y temperatura, el almácigo se puede tapar con paja hasta que la semilla comience a germinar. Para proteger los almácigos de insolación fuerte, y en cierta medida, de las heladas, se utiliza media sombra, que debe usarse con moderación. (Glenn Galloway, 1983).

1.10. PREPARACIÓN DE LOS SUELOS PARA LOS ENVASES.

1.10.1. Mezcla de tierra.

Galloway Glenn (1987). La mezcla de tierra para el embolsado depende mucho del material disponible localmente. Sin embargo, hay algunos factores que deben tomarse en cuenta cuando se prepara la mezcla.

Por ejemplo, el pino requiere una textura suelta que permita una buena aireación y drenaje, ello se consigue con una combinación de arena (75%) y arcilla (25%).

La tierra que se usa para llenar los envases y almácigos tiene que cumplir varias funciones: dejar entrar y retener el agua; ser rica en nutrientes; blanda para que la raíz pueda crecer y no desarmarse cuando se saque el envase.

Como es difícil encontrar la tierra “perfecta”, se prepara un sustrato mezclando distintos materiales como arena, mantillo, lombricomposto, abono, tierra, etc.

La mezcla debe pasarse por una zaranda para que sea bien fina y no lleve piedras, basura o terrones. Amasando un poco de sustrato se prueba si la mezcla es buena para retener el agua y los nutrientes. La mezcla no debe ser demasiado arenosa (se escapa el agua) o demasiado arcillosa (absorbe el agua muy despacio). (Marcelo Navall).

1.10.1.1. Micorriza.

Para el buen desarrollo del pino es muy importante la presencia de hongos micorrízicos: hongos que viven en una relación beneficiosa con las raíces. (Galloway Glenn, 1987).

1.10.1.2. Arena.

La arena es un conjunto de partículas de [rocas](#) disgregadas. Las partículas por debajo de los 0,063 mm y hasta 0,004 mm se denominan [limo](#), y por arriba de la medida del grano de arena y hasta los 64 mm se denominan [grava](#).

Los [suelos arenosos](#) son ideales para ciertas plantaciones, como la [sandía](#) y el [maní](#), y son generalmente preferidos para la [agricultura](#) intensiva por sus excelentes características de drenaje.

1.10.1.3. Tierra vegetal.

La que contiene gran cantidad de materia orgánica, lo que la hace apta para el cultivo. Capa superior de la tierra en la que crecen las raíces de las plantas y contiene mayor cantidad de materia orgánica.

La materia orgánica cumple una función valiosa en la conservación de la humedad (retención de agua). Juntas materia orgánica y humedad proporcionan que millones de organismos vivan en el suelo: un indicador de que está vivo. (Rolando Bunch, 2008).

1.10.1.4. Limo.

Es un material suelto con una granulometría comprendida entre la arena fina y la arcilla. Es un sedimento clástico incoherente transportado en suspensión por los ríos y por el viento, que se deposita en el lecho de los cursos de agua o sobre los terrenos

que han sido inundados. Para que se clasifique como tal, el diámetro de las partículas de limo varía de 0,002 mm a 0,06 mm.

1.11. ENVASES O MACETAS.

El envase tiene la función que retener el sustrato hasta que la planta crezca. Tiene que tener agujeros en la base para dejar salir el agua, así no se pudren las raíces.

Hay muchos tipos de envase, pero los más comunes en los viveros son las bolsas de plástico. Vienen de diferentes tamaños y espesor. Los viveros de gran escala usan unas bandejas de plástico duro, que se pueden usar muchas veces (varios años). Cada bandeja tiene varios huecos, uno para cada planta.

Las botellas descartables de gaseosa son una buena opción para envase. Pueden usarse varias veces, son gratis y es una forma de reciclarlas. Muchos otros materiales pueden utilizarse para envases: sachets de leche o yogur, latas, cañas bambú, etc. Sea cual sea el que se elija, debemos asegurarnos de que la planta tenga el espacio necesario para sus raíces. Como orientación, un plantín de algarrobo de 6 meses necesita un envase de medio litro de capacidad. Si el envase queda chico y las plantas van a seguir en el vivero, debemos transplantarlas a envases más grandes, porque si no la planta se debilita, y puede enfermarse. (Marcelo Navall).

1.11.1. Plantas en envases.

Su uso está relacionado al tipo de especie y a la zona donde se realice el cultivo. Las plantas una vez llevadas al terreno definitivo no sufrirán alteraciones en su sistema radicular.

Su realización encarece el costo de las plantas, especialmente por la mano de obra necesaria para esta tarea, el costo de los envases y la extensión de terreno que debe emplearse. Algunos ejemplos de especies que se emplean envases: eucaliptus, cipreses, cedros. (Galiussi E., Rivera S., 2006).

1.11.2. Tamaño de las macetas.

En la medida que aumenta el tamaño del recipiente, las plantas alcanzan mayores dimensiones. Sin embargo el costo de un factor importante que hace buscar una maceta de dimensiones óptimas es decir, una longitud y ancho que permita un desarrollo adecuado a la planta al menor costo.

“Los tamaños recomendados para bolsas se polietileno son 10x15x0.04 cm; 11x15x0.04 cm; 12x15x0.04 cm (ancho, largo y espesor respectivamente)” (Proyecto FAO, 1984).

Ha existido cierta tendencia a reducir el tamaño del recipiente como resultado de las experiencias, para reducir los costos, pero el tamaño más conveniente dependerá de las condiciones climáticas locales. Cuanto más difíciles sean más grande será el tamaño mínimo de la maceta.

Las dimensiones más comunes están dadas, con la cantidad aproximada de suelo que ellas pueden contener. (Bass Werner Manuel, 2002)

- 3” de ancho por 6” de largo que contienen 250 cm³.
- 4” de ancho por 6” de largo que contienen 500 cm³.
- 6” de ancho por 6” de largo que contienen 1000 cm³.
- 6” de ancho por 8” de largo que contienen 1300 cm³.

1.11.2.1. Bolsas de polietileno.

De 6,4 cm de diámetro y 15 cm de longitud, con un volumen de 425 cm³ de tierra de cultivo, con perforaciones basales, situadas sobre el terreno en mínimo contacto con este.

1.11.2.2. Súper-Leach.

Cónicos, de 3,4 cm de diámetro y 5 cm de longitud, dotados de drenaje que impide su obturación, con un volumen de 140 cm³ de tierra de cultivo, situados sobre bandejas-

soporte de tal manera que el extremo inferior del envase no alcanza el nivel del terreno.

1.12. TÉCNICA DEL EMBOLSADO.

Para el llenado de recipientes estos se disponen en hileras con una longitud de 10 m. y 1 m. de ancho con senderos de 50 cm. para facilitar el deshierbe, riego, control de insectos y patógenos.

La labor de llenado se hace con tierra de buena calidad, zarandeada, si es arcillosa se debe agregar arena fina en proporción de 1 de arena por 3 de tierra. Después se procede a abrir un agujero en el centro de la bolsa con un punzón de madera, donde se colocará la plantita, ésta debe comprimirse con tierra a su alrededor, cuidando de que no quede doblada o torcida la raíz, después se debe regar con agua: es necesario señalar que los recipientes deben estar agujerados en el fondo, para facilitar el drenaje. (Armando Vásquez, 2001).

1.13. REPIQUE.

Repicar es sacar la planta del almácigo y trasplantarla a maceta o al cantero, aumentando la distancia entre plantas. Se lo hace para que la planta crezca con menos competencia.

También se podan las raíces para que desarrolle una mayor cabellera radicular. Es un momento difícil para la planta, por lo tanto, si se repica a maceta, se aconseja hacerlo en invernáculo y/o galpón luminoso y abrigado. Si las plantas van al cantero debemos protegerlas con telas media sombra. Es necesario regarlas seguido y en forma abundante. (Oscar Lebed).

1.14. CRECIMIENTO DE LOS PLANTONES.

La fase de crecimiento abarca desde la siembra o repique, hasta la entrega de los plantones.

1.14.1. Riego.

Los plantones necesitan el agua para transportar los nutrientes y alimentos. En las zonas donde el agua escasea, hay que usarla bien para que dure. Debemos evitar que al regar el agua se evapore y debemos tratar de que el suelo la absorba. Por eso es mejor regar al amanecer y a la oración. (Marcelo Navall).

El régimen de riego está dado por las necesidades de los plantones. Hay que mantener siempre ligeramente húmeda la mezcla de tierra. (Glenn Galloway, 1983).

1.14.2. Desmalezado.

Debemos retirar los yuyos que van creciendo. Si se hacen muy grandes, es mejor cortarlos en vez de arrancarlos, porque pueden lastimar la raíz de nuestras plantas. (Marcelo Navall).

1.14.3. Poda de raíces.

Si los envases (sobre todo las bolsas) se dejan mucho tiempo en la tierra, la raíz principal se “escapa” y empieza a crecer en el cantero. Para evitarlo, se pueden poner sobre alguna estructura de madera que las separe del suelo. Otra opción (la más común) es remover cada tanto las plantitas de lugar, y podar las raíces que asoman del envase. En verano, esto debe hacerse cada 15 a 25 días, para que las raíces a cortar no sean tan grandes y la planta no sufra mucho. Con esto se logra frenar el crecimiento de la raíz principal, y aumentar el crecimiento de las raíces más finitas, para que se tramen bien y ocupen todo el sustrato del envase.

La poda de raíces sirve también para eliminar las raíces enredadas en el fondo de los envases. Las botellas descartables cortadas al revés son buenas para dirigir las raíces hacia el fondo y evitar que se enrulen. (Marcelo Navall).

1.14.4. Fertilización.

Para mejorar el crecimiento de las plantas, o ayudarlas a recuperarse de daños (como la poda de raíces, vientos fuertes, heladas) puede aplicarse lombricompostado como fertilizante. Puede agregarse encima de los envases, para que con los riegos se

transporte hacia las raíces; o disuelto en agua, aplicándolo con un rociador sobre las hojas. El lombricomposto contiene una importante cantidad y variedad de nutrientes para favorecer el crecimiento de las plantas. (Marcelo Navall).

1.14.5. Endurecimiento.

El endurecimiento, también llamado “rusticado” es la etapa final de producción del vivero y consiste en ir retirando de a poco todos los cuidados que se dan en el vivero, para que la planta se endurezca y soporte mejor el cambio a la plantación. Durante el endurecimiento, las plantas se sacan de la sombra, se les va reduciendo los riegos, se deja de aplicar lombricomposto, y se las coloca en lugares menos protegidos que en el vivero. Esta tarea debe realizarse durante los últimos 30 a 45 días de la planta en el vivero, antes de que salga a plantación.

Durante el endurecimiento, la planta reduce el crecimiento en altura y refuerza el crecimiento de raíces y grosor del tallo, quedando en mejores condiciones para soportar el trasplante definitivo. (Marcelo Navall).

1.15. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Metodología estadística destinada a la planificación y análisis de un Experimento.

El Diseño de un Experimento debe garantizar que este cumpla ciertos requisitos mínimos:

- Debe poder comprobar las hipótesis objeto de estudio, no dejándose confundir por variables insospechadas (=ruido), como errores de medida desproporcionados, etc.
- Debe poder revelar la existencia de cualquier causa importante de variación, aunque no haya sido adelantada como hipótesis.
- Debe mantener los costes de experimentación a un nivel razonable, en comparación con el problema objeto de estudio.
- Debe tener un alto grado de seguridad en las respuestas.

- Si el Experimento se realiza en un laboratorio, éste ha de ser, respecto a las variables estudiadas, un buen indicador de las pruebas que se obtendrían en el taller o "in situ".
- Si el Experimento se realiza durante el desarrollo normal del proceso en estudio, se tendrá además cuidado de interferir lo menos posible en el trabajo normal y protegerse de las interferencias no autorizadas o involuntarias en la prueba por parte del personal adepto. (fundibeq).

1.16. SOBREVIVENCIA.

FAO (1984) la sobrevivencia es un término para evaluar el comportamiento de la especie en las fases de ensayos de especies, es decir la diferencia del total de plantas vivas dentro de una experiencia y las muertas las que han perecido.

$$\%Sobrevivencia = \frac{N^{\circ} plantas _vivas}{N^{\circ}total _de _plantas} * 100\%$$

1.17. MORTALIDAD.

FAO (1984). Después de que el hipocotilo de la plántula se endurece estas, sin embargo se pueden dañar o morir por varios factores es decir, son las bajas en el proceso y después del repique o en el proceso de crecimiento.

$$\%Mortandad = \frac{N^{\circ} plantas _muertas}{N^{\circ}total _de _plantas} * 100\%$$

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

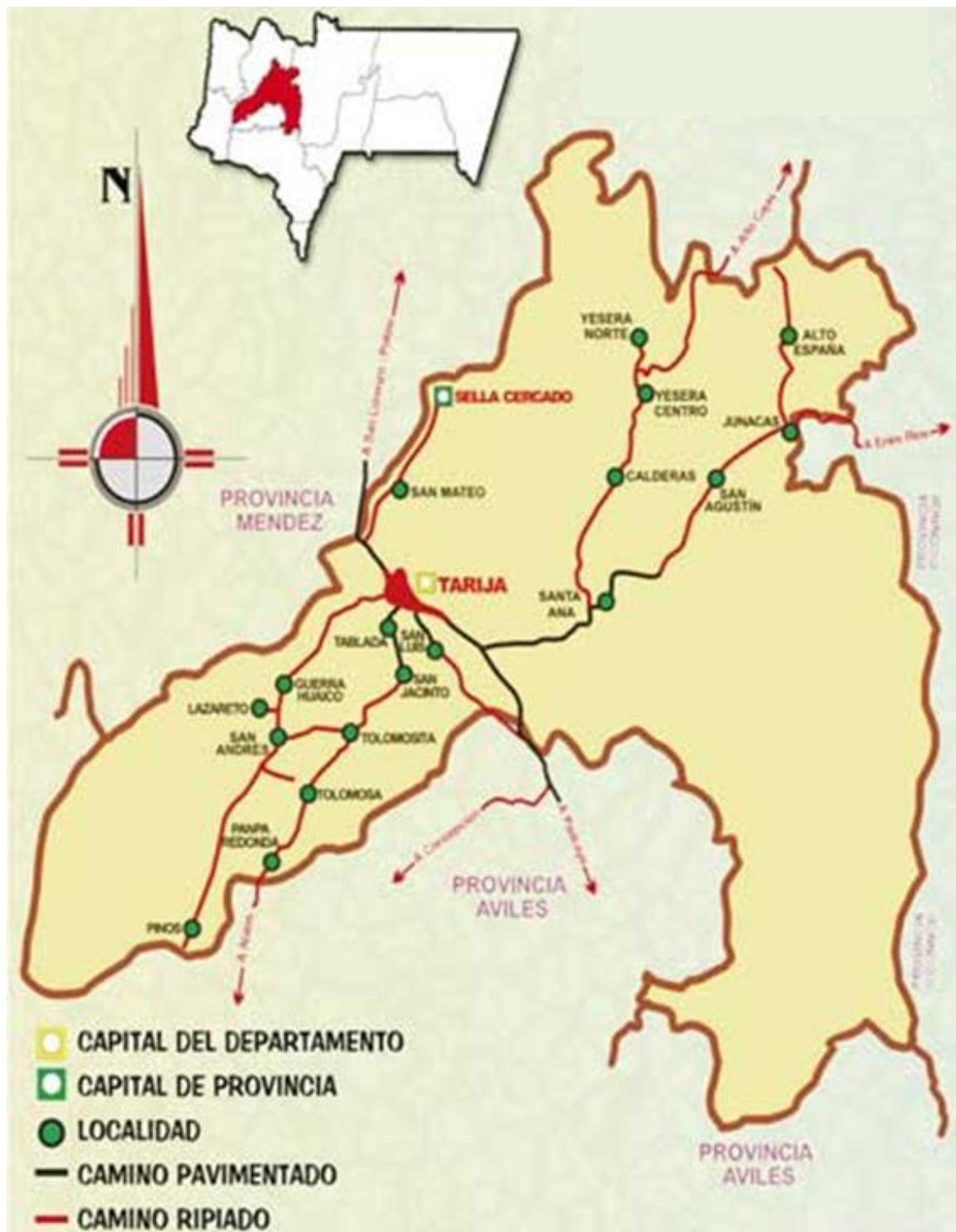
2.1.Descripción de la zona de estudio de la zona de estudio:

2.1.1. Localización

El presente trabajo se realizó en la ciudad de Tarija, dentro del vivero municipal ubicado en la avenida Panamericana y avenida Guadalquivir, dentro de la cuenca del Río Guadalquivir, entre las siguientes coordenadas: entre los paralelos 21°13'30" a 22°07'30" de Latitud Sur y los meridianos 64°25'20" a 65°04'00" de longitud Oeste. (Ver mapa N° 1).

En la ciudad de Tarija se encuentra numerosas poblaciones, que tiene el privilegio de estar localizadas en un valle sub tropical, entre 1200 a 2000 m.s.n.m, con condiciones climáticas muy benignas. La provincia cercado con una altitud de 1870 m.s.n.m.

Mapa N°1. Ubicación del Área de Estudio: Provincia Cercado del Departamento de Tarija.



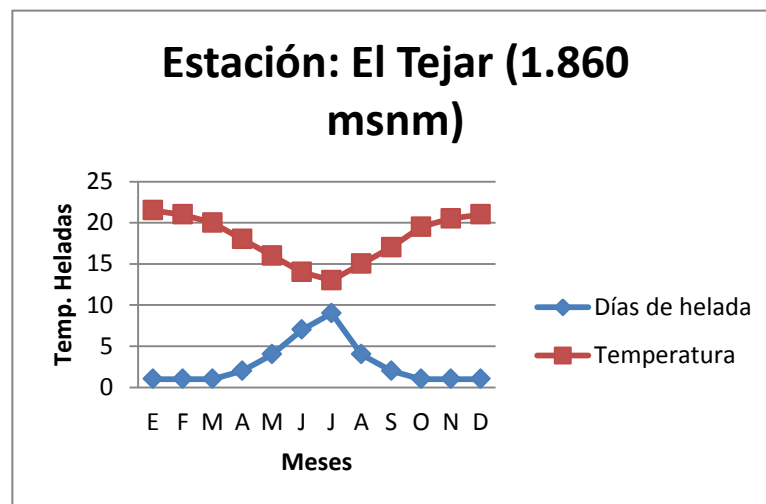
2.1.2. Características físico-biológicas del área de estudio

2.1.2.1. Clima

La Provincia Cercado, es la región que tiene instalada una red aceptable de estaciones meteorológicas, consistente en 7 estaciones climáticas y 10 estaciones pluviométricas, la de mayor información record es la estación Aeropuerto y la más completa El Tejar.

Clima templado árido, unidad climática ubicada entre las alturas de 1.001 a 2.000 msnm, cuyas temperaturas varía de 17,5° a 24° C, además alcanza un índice de Lang, dentro el rango de 20,1 a 40, cuyo tipo climático se encuentra aledaños al río Guadalquivir, más propiamente hacia el norte, sobre la llanura fluvio-lacustre de la parte central de la provincia Cercado, abarcando un porcentaje del 14 %, en un área de 377 Km².

Gráfico N° 1. Clima en la estación meteorológica. El Tejar.



2.1.2.2. Temperatura.

En forma general el clima de la provincia Cercado, en función a 9 estaciones climáticas, se presenta con una temperatura media anual de 17,4° C, la máxima media de 25,5° C, mínima de 9,4° C, se tiene en verano extrema máxima de 39,4° C, y extrema mínima de invierno de -8,6° C, tal como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 2. Provincia Cercado: Área rural; temperatura media.

Estaciones	TEMPERATURA MEDIA											
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Aeropuerto	20,7	20,3	19,9	18,3	15,4	13,3	13,1	15	16,8	19,4	20,2	20,7
El tejtar	21	20,5	20,2	18,6	15,7	13,7	13,5	15,4	17	19,5	20,3	20,9
San Jacinto Sud	20,6	20,2	20	18,6	16,1	13,9	13,8	15,3	16,6	19,3	20	20,7
Turumayu	20,4	20,1	20,2	18,2	15,6	14,6	13,9	16,7	17,5	19,6	19,8	20,6
San Andrés	20,1	19,5	19,2	18	15,4	14,3	14,3	16,3	17,1	18,8	19,2	19,7
Sella Quebradas	19,7	19	18,8	17,8	15,5	14,5	13,8	15,8	16,8	19	19,2	19,9
Yesera Norte	17,4	16,4	16,2	14,9	13,4	12,7	11,4	12,8	14,2	16,2	16,5	17,7
San Pedro Bella	18,9	18,1	18,1	17,5	15,2	14	12,4	16,4	16,6	19,9	18,9	19,6
Santa Ana P.	22,2	20,8	21,6	15,1	13,2	13,1	18,7	16	19,6	18	16,5	20,7
PROMEDIO	20,11	19,43	19,36	17,44	15,06	13,79	13,88	15,52	16,91	18,86	18,96	20,06

Fuente: SENAMHI

Elaboración: SIC, Srl. 2009

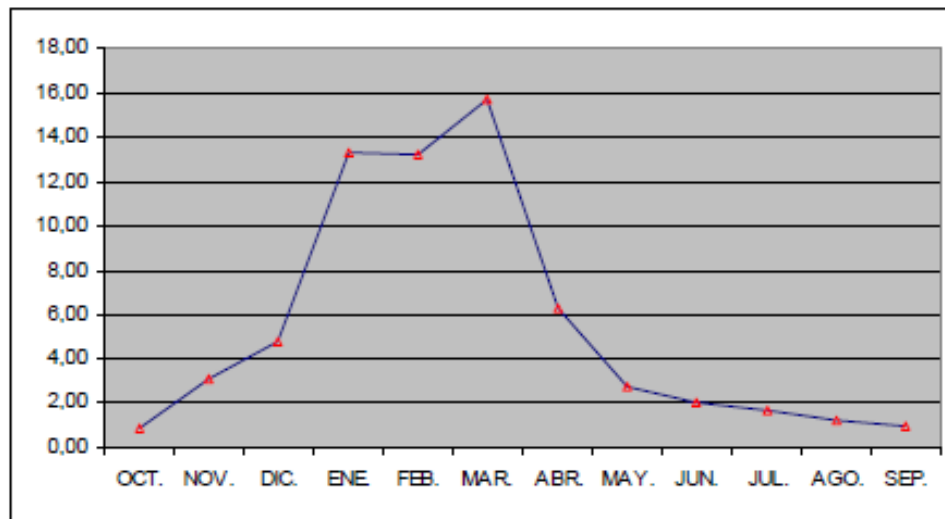
2.1.2.3. Precipitación

La precipitación media mensual se ha considerando a varias estaciones climáticas dentro la provincia Cercado, y se obtiene un promedio anual de 683,8 mililitro por año, valores que varían desde los 308 mm. por año en San Agustín Norte en la zona de la subcuenca del río Santa Ana, hasta los 1.251,2 mm. por año en Calderillas en la parte alta de la subcuenca del río Tolomosa, es decir la precipitación es mayor en cercanías a la cordillera de Sama.

La precipitación se caracteriza por periodos relativamente cortos de lluvias (noviembre-abril), con regímenes de precipitaciones muy variables en cuanto a frecuencia e intensidad y con un periodo largo de estiaje (mayo-octubre), periodo en el cual es más notorio el déficit de agua en las subcuencas del Río Santa Ana, Sella y

El Monte. También se presenta precipitaciones máximas en 24 horas en un promedio de 111 mm., días con lluvia de 70.

Gráfico N° 2. Provincia Cercado: Área rural; aforo en Obrajes de caudales medios en el Río Guadalquivir (m³/s)



Fuente: SENAMHI. Elaboración: SIC, Srl. 2009.

2.1.2.4. Vientos

Se presenta vientos débiles a moderados de dirección variable de origen local, el régimen normal de vientos en la provincia Cercado, que corresponde en gran parte al Valle central de Tarija, esta determinado por el ingreso de masas de aire denso a través de la fractura geológica de la Angostura, razón por la cual, la intensidad, así como la dirección predominante se modifica al distribuirse tanto hacia el norte como al sur, de este punto de referencia.

Este aspecto hace que el impacto directo del viento inicialmente se manifieste en el sector muy bien denominado de la Ventolera, en el que la dirección predominante es al sureste, dirección que se conserva con muy poca variación, cuando el viento avanza hacia el norte; sin embargo cuando se extiende hacia el sur la dirección del viento cambia hacia noreste, principalmente en la cuenca del río Camacho o sea la misma orientación que tiene esta cuenca.

En la región de la Ventolera los vientos alcanzan en el mes de agosto y septiembre de 25 m/s, cuya intensidad varía, de julio a noviembre, alcanzando solo hasta 8 m/s.

Respecto a las velocidades promedio del área, alcanza 6,3 m/s con dirección predominante de Sudeste. (ZONISIG, 2009).

2.1.2.5. Geomorfología

La provincia Cercado presenta características geomórficas complejas como resultado de los movimientos tectónicos y procesos morfológicos a los que estuvo sometido en épocas pasadas, los mismos que son responsables del desarrollo y evolución del paisaje actual, diferenciando las dos provincias fisiográficas: la Cordillera Oriental y Subandino.

2.1.2.6. Geología

La zona del Valle de Tarija, tiene una historia geológica que es posible construirla desde tiempos muy antiguos, en esta región están presentes las rocas más antiguas del área andina de Bolivia, como también se encuentran muchos depósitos sedimentarios de épocas sub recientes. Según GEOBOL, MACA (1988), desde las serranías de Tajzara o Sama, hasta la zona de Sella o el angosto de Jarca, donde afloran una secuencia de sedimentos pertenecientes a todo tiempo y gran parte de nuestro territorio, también fue un mundo marino que desde un punto de vista estratigráfico se observan afloramientos tanto del Cámbrico medio, superior de los ecosistemas Ordovícico en una secuencia bastante completa, silúrico, devónico y depósitos cuaternarios.

2.1.2.7. Suelos.

A continuación se describen brevemente los "grandes grupos" (FAO, 1990) de suelos identificados en la provincia Cercado.

Son suelos poco desarrollados, superficiales y limitados por estratos de rocas intemperizadas o roca no alterada. Por lo general son variables en textura, estructura y color, dependiendo del material parental y el clima. Son suelos en los que se encuentran los horizontes A-R o A-C-R; el horizonte A, es poco profundo. Estos

suelos generalmente se encuentran en cimas y pendientes de montañas y serranías fuertemente disectadas.

2.1.2.8.Fisiografía.

Según (Camargo M., 1997). La cuenca del Guadalquivir expone una variedad de unidades fisiográficas, clasificadas en base a una fotointerpretación se diferencia las siguientes unidades fisiográficas predominantes.

- Paisaje montañoso.
- Llanura lacustre.
- Planicie aluvial.

2.1.2.9.Vegetación.

A pesar del paisaje lunar que presenta gran parte de la superficie del valle de Tarija, éste posee una abundante vegetación donde principalmente se encuentran algarrobos, churquis, chañares, molles, etc. Gran parte de la vegetación está concentrada en la riberas de los ríos o quebradas, lugares que conservan humedad por mas tiempo.

En las faldas de los cerros y colinas existe también una vegetación muy adaptada a cada condición. Las cabeceras o nacientes de los ríos están pobladas por árboles que no crecen en las partes bajas como ser aliso, pino de cerro, queñoa, etc.

La vegetación natural se encuentra muy afectada en su desarrollo por el pastoreo descontrolado y desmedido que hay en todo el valle. Existen más animales que forraje natural, esto origina un proceso de destrucción de las comunidades vegetales, acción que favorece los procesos erosivos. (Casal Gloria y Erazo Orlando, 2003).

La vegetación natural e implantada de campos cercanos al río Guadalquivir y quebrada El Monte, está reducida a pequeñas masas arbóreas de:

Cuadro N° 3. Árboles de Tarija.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
--------------	-------------------

Algarrobo	<i>Prosopis alba</i>
Molle	<i>Schinus molle</i>
Sauce criollo	<i>Salix humboltiana</i>
Jarca	<i>Acacia visco</i>
Churqui	<i>Acacia caven</i>
Chañar	<i>Geoffroea decorticans</i>
Eucalipto	<i>Eucaliptus sp.</i>
Pino	<i>Pinus sp.</i>
Casuarina	<i>Casuarina cunningamiana</i>
Ciprés	<i>Cupresus macrocarpa</i>
Álamo	<i>Populus sp.</i>
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>
Atamisque	<i>Atamisquea emarginata</i>
Carnaval	<i>Cassia carnaval</i>
Ceibo	<i>Erythrina sp.</i>
Chacatea	<i>Dodoneae viscosa</i>
Guaranguay	<i>Tecoma stans</i>
Pino de cerro	<i>Podocarpus parlatorei</i>

Queñoa	<i>Polylepis sp.</i>
Sauce llorón	<i>Salix babylonica</i>
Tarco	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
Tipa blanca	<i>Tipuana tipu</i>
Tusca	<i>Acacia aroma</i>

2.1.3. Aspectos socioeconómicos

2.1.3.1. Demografía

De acuerdo con datos del censo del INE de 2001, la ciudad de Tarija tiene una población de 153.457 habitantes.

2.1.3.2. Uso actual de la tierra

El territorio tarijeño se caracteriza por una gran variabilidad ecológica que permite una diversidad de usos de la tierra, como el uso agrícola intensivo, a secano y riego agropecuario.

2.2. MATERIALES

El material necesario para llevar a cabo el presente estudio es el siguiente:

- Bolsas de polietileno (6,4 cm de diámetro y 15 cm de longitud).

- Envases «Súper-Leach» (SL), (cónicos, de 3,4 cm de diámetro y 5 cm de longitud).
- Diferentes tipos de tierra (limo, arena y tierra vegetal).
- Semilla de *Cupressus sempervirens horizontalis*.

Equipo de medición:

- Flexómetro.
- Regla.

Equipo de gabinete:

- Libreta.
- Cámara fotográfica.
- Calculadora.
- Lápiz.
- Computadora.

Herramientas:

- Tijera telescópica.
- Balanza analítica.
- Tamiz.
- Cajas petri.
- Fumigadora.
- Formol.
- Plástico o naylon.
- Rastrillo.
- Regadera.

- Pala.
- Azadones.
- Ladrillos.
- Cañas.
- Hojas de palmeras.

2.3.METODOLOGÍA

La metodología propuesta el presente estudio tiene como finalidad que los resultados alcancen una aplicación y tenga un marco de referencia técnico y a la vez pueda ser comparado con posibles estudios realizados.

2.3.1. Procedencia de las semillas.

La semilla fue recolectada manualmente en la fecha 19 de agosto del 2011, de la comunidad de Turumayu a 100 m de la carretera principal hacia San Andrés, entrando por la parada de la línea 11, y a 40 m del río seco, cumpliendo las características que se debes tomar en cuenta para poder proceder a esta práctica.

2.3.2. Prueba de laboratorio.

2.3.2.1.Control de calidad de semilla.

Después de ser recolectada la semilla se procedió a realizar el control de calidad de la semilla que consistió primeramente en pesar la semilla con impurezas tal como es recolectada para luego ser separadas de las impurezas y tener un peso de semillas puras. Luego se contó 1000 semillas para tener conocimiento de cuantas semillas contiene 1000 gr. Para determinar el contenido de humedad de la semilla se llevó las 1000 semillas a la estufa durante 24 horas, con la finalidad de obtener el peso seco de las mismas.

Posteriormente se procedió a colocar 200 semillas en cuatro bandejas de plástico, cada bandeja con 50 semillas y 620 cm³ de tierra vegetal, en total 2480 cm³, para que estas puedan germinar obteniendo el porcentaje de germinación. Una vez obtenido el

porcentaje de germinación se puede conocer en número de semillas viables (144 semillas).

2.3.3. Actividad en el campo o vivero.

2.3.3.1.Tratamiento pregerminativo.

Antes de llevar a cabo la siembra se procedió a un tratamiento físico de la semilla, el cual consistió en el remojo de las semillas en un recipiente con agua potable a temperatura ambiente durante 24 horas, para luego ser almacigadas.

2.3.3.2.Desinfección del sustrato.

Para prevenir en ataque de la chupadera desinfectamos el sustrato antes de la siembra en el almácigo. Para ello, se aplicó una mezcla de 13.13 cm³ de formol al 40%, en 0.7878 litros de agua para 0.16 m³, cubriendo bien el suelo con plástico durante unas 48 horas. Luego se quitó la cubierta para poder sembrar la semilla, cuando el olor del formol haya desaparecido.

2.3.3.3.Preparación de almácigos.

2.3.3.3.1. Almaciguera.

La almaciguera o cama de germinación se construyó con ladrillos, las dimensiones del almácigo fue de 1 m de ancho x 1,50 m de largo. Se limpió el terreno removiendo toda vegetación.

Para la germinación de las semillas se utilizó una mezcla preparada de sustrato con limo (0,0375 m³) y tierra vegetal (0,0375 m³) con una altura de 5cm., seguidamente se colocó una capa de 3mm de tierra vegetal bien cernida a una proporción de 0,0045 m³, esta capa luego fue nivelada.

Se procedió a regar el terreno para que tome humedad suficiente antes de ejecutar la siembra.

2.3.3.4.Siembra de las semillas.

La siembra se realizó el 27 de septiembre del 2011 mediante el método denominado “siembra al voleo”.

Seguidamente se procedió a cubrir la semilla con una capa de sustrato de 3mm preparado con limo a una proporción de $0,0034\text{m}^3$ (75%) y tierra vegetal $0,0011\text{m}^3$ (25%). Al terminar esta práctica se procedió a cubrir el almácigo con paja. Se sembró una cantidad de 11,7 gr de semilla, es decir aproximadamente 2200 semillas usando como cobertura una capa de sustrato y paja.

2.3.3.5.Riego.

Previa a la siembra se riegan las almacigueras para asegurar un buen contacto entre las semillas y el sustrato. La regadera que se empleo fue de perforaciones pequeñas para evitar que las semillas se remuevan y estas queden descubiertas.

Después de esta etapa los riegos fueron ligeros y frecuentes para mantener húmedo el sustrato.

2.3.3.6.Germinación.

La germinación se inició a los 9 días después de la siembra, dando inicio el 5 de octubre de 2011, desde esa fecha se levantó la paja que estaba tapando el almácigo y se construyó una media sombra con cañas y hojas de palmera, por un determinado tiempo de 45 días aproximadamente, obteniendo un porcentaje de germinación de 69,08%, finalizando el 18 de noviembre, hasta que las plantas alcanzaron el tamaño aproximado de 4 cm, para realizar la actividad del repique. (Ver anexo N° 10).

El conteo de las plántulas se realizó dividiendo el área del almácigo en seis partes midiendo cada parte 50 cm^2 , habiendo en ellas un promedio de 367 plántulas.

2.3.4. Actividades culturales.

Para posterior refallo de plántones muertos, se llenaron 60 envases de las mezclas de sustrato ya mencionado para poder continuar con el estudio.

2.3.5. Diseño experimental.

El diseño experimental utilizado para el trabajo de investigación, es el diseño bifactorial en bloques al azar, este tipo de análisis nos permite conocer la influencia de cada factor de forma independiente y la posible interacción que se puede presentar entre los factores.

2.3.5.1. Características del ensayo.

a. Tratamientos.

Con la combinación de los factores en estudio, se obtiene 4 tratamientos, con 3 repeticiones distribuidas en bloques al azar. El número de unidades experimentales es de 12, las cuales están constituidas por 25 plántones repicados respectivamente en las macetas de polietileno, un número de 150 y en el envase súper-leach un número de 150 haciendo un número total de 360 macetas.

b. Factores de estudio.

El diseño experimental consta de dos factores:

Factor M = Envases

M₁ = Bolsas de polietileno (6 cm de anchura y 15 cm de longitud)

M₂ = Súper Leach (cónicos, de 3,4 cm de diámetro y 5 cm de longitud)

Factor S = Sustrato

S₁ = 100% tierra vegetal

S₂ = 50% tierra vegetal, 25% limo y 25% de arena.

Cuadro N° 4. Factores de estudio.

FACTOR	NIVELES
Macetas M=2 Sustrato S=2	M ₁
	M ₂
	S ₁
	S ₂

Cuadro N° 5. Distribución de las unidades experimentales.

T ₁			
M ₁		M ₂	
S ₁	S ₂	S ₁	S ₂

Bloque I

Bloque II

Bloque III

T ₁ M ₁ S ₂	T ₁ M ₁ S ₁	T ₁ M ₁ S ₁	T ₁ M ₂ S ₁	T ₁ M ₂ S ₁	T ₁ M ₂ S ₂
T ₁ M ₂ S ₁	T ₁ M ₂ S ₂	T ₁ M ₂ S ₂	T ₁ M ₁ S ₂	T ₁ M ₁ S ₂	T ₁ M ₁ S ₁

Cuadro N° 6. Descripción de los tratamientos.

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
T ₁ M ₁ S ₂	Bolsa de polietileno con sustrato de 50% de tierra vegetal, 25% de limo y 25% de arena.
T ₁ M ₁ S ₁	Bolsas de polietileno con sustrato de 50% de tierra vegetal y 50% de limo.
T ₁ M ₂ S ₁	Envase super-leach con sustrato de 50% de tierra vegetal y 50% limo.
T ₁ M ₂ S ₂	Envase super-leach con sustrato de 50% de tierra vegetal, 25% de limo y 25% de arena.

2.3.5.2.Repique.

Una vez alcanzado el tamaño adecuado de la plántula en el almácigo, se procedió a repicar 360 plantas, en las macetas previamente rellenas, el repique se efectuó en fecha 19 de noviembre del 2011.

Primeramente se hace el hoyo con un repicador largo y delgado (1 cm diámetro), un hueco en el centro de cada recipiente, colocando en él una plántula con sus raíces bien estiradas, sin doblarlas, con el mismo repicador se aprieta lateralmente la tierra y se rellena a mano si queda algún hueco. A medida que se termina de repicar cada sector de los bloques, se riega antes de proseguir con el resto y finalmente se cubre ya con la media sombra.

En todo el trabajo de investigación si se realizó el refallo de algunos plántulas repicados por la mortandad que se presentaba en todo este periodo de tiempo, ya sea por el ataque de agentes patógenos, o por la influencia de daños mecánicos, y se volvió a repicar.

2.3.6. Aplicación de riego.

El riego juega un papel muy importante en lo que se refiere a prácticas forestales, por lo cual se tuvo que llevar a cabo en forma periódica siguiendo el método de aspersión con una regadera manual durante el proceso de germinación en el almácigo, y para el crecimiento de plántones después del repique.

Seguidamente en la etapa de crecimiento de los plántones, el riego se realizó en el lapso de 4 meses a intervalos de 24 horas, con el método de aspersión con regadera.

En los días que se presentaron precipitaciones pluviales hubo que limitar el periodo de riego, por motivo de exceso de humedad.

2.3.7. Medición y obtención de datos.

2.3.7.1.Descripción de los métodos usados en la recolección de datos.

En la fase de medición, se diseñaron planillas de campo, con el propósito de registrar los datos obtenidos en el transcurso de todo el trabajo realizado. Las mismas que se utilizaron en el crecimiento de altura, sobrevivencia de plántones, etc. de tal modo que permita registrar toda la información posible.

La primera medición de altura se realizó desde el primer mes después del repique, tomando en cuenta todas las macetas de todas las unidades experimentales, midiendo 300 plántones, los datos se obtuvieron a intervalos de cada 30 días durante 120 días, seguidamente se realizó el conteo de los plántones muertos determinando el porcentaje de mortandad (6,67%), en todo el trabajo.

2.3.7.2.Mediciones realizadas.

Para el cumplimiento de la obtención de datos de campo, en el transcurso del desarrollo de los plántones, las alturas fueron medidas en primera instancia con una regla graduada en mm, posteriormente debido al crecimiento y desarrollo de las plantas se utilizó un flexo metro.

2.3.7.3. Procesamiento de datos.

Una vez ejecutadas las mediciones, registros de datos de incremento de alturas en las planillas de campo, se procedió a procesar la información en cuadros resumidos, permitiendo realizar cálculos para su posterior análisis de acuerdo al diseño experimental.

Con los valores obtenidos se calculó la media aritmética para luego efectuar los respectivos análisis estadísticos.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados están basados fundamentalmente en los objetivos planteados al inicio de la investigación, evaluándose para tal efecto los acontecimientos considerados importantes para obtener buenos resultados y confiables, basándose con datos tomados durante el periodo de crecimiento después del repique en diferentes sustratos y diferentes macetas.

3.1. Permanencia en vivero.

La evaluación de esta especie tuvo un periodo de 120 días después del repique, alcanzando un tamaño en altura promedio de 21.77 cm.

3.2. Porcentaje de mortandad.

Luego de haber transcurrido los 120 días de estudio, mediante el conteo directo de plántones sobrevivientes versus plántones muertos, se determinó que el porcentaje de mortandad expresado en porcentaje de plántones muertos fue de 6,67 %. (Ver cuadro anexo N° 4).

3.3.Resultados estadísticos.

3.3.1. Control interno de calidad de la semilla.

Pureza.

$$\% \text{Pureza} = \frac{\text{peso}_{\text{semilla}_{\text{pura}}}}{\text{peso}_{\text{total}_{\text{muestra}}}} * 100 \quad \% \text{Pureza} = \frac{116,6\text{g}}{421,6\text{g}} * 100 = 27,66\%$$

Germinación.

Germinación fase de laboratorio.

TRATAMIENTO	PLATO 1	PLATO 2	PLATO 3	PLATO 4	TOTAL
Tierra vegetal	38	35	36	34	143

$$\% \text{Germinación} = \frac{N^{\circ} \text{ de}_{\text{semillas}_{\text{germinadas}}}}{N^{\circ} \text{ de}_{\text{semillas}_{\text{sembradas}}}} * 100\%$$

$$\% \text{Germinación} = \frac{143}{200} * 100 = 71.50\%$$

Germinación fase de campo.

$$\% \text{Germinación} = \frac{15197}{22000} * 100 = 69.08\%$$

Viabilidad.

$$N^{\circ} \text{ de}_{\text{sem}_{\text{viables}}} / \text{kg} = N^{\circ} \text{ de}_{\text{sem}_{\text{puras}}} + \text{impurezas} * \frac{\% \text{ de}_{\text{germ}}}{100}$$

$$N^{\circ} \text{ de}_{\text{semillas}_{\text{viables}}} / \text{kg} = 200 + 0,026 * \frac{71,5}{100} = 143.019 \text{sem}$$

Contenido de humedad.

$$\% \text{Cont.de}_{\text{humedad}} = \frac{\text{peso}_{\text{original}} - \text{peso}_{\text{tras}_{\text{secado}_{\text{en}_{\text{estufa}}}}}}{\text{peso}_{\text{original}}} * 100$$

$$\% \text{Cont.de}_{\text{humedad}} = \frac{5,3\text{g} - 4,7\text{g}}{5,3\text{g}} * 100 = 11,32\%$$

Peso de 1000 semillas. = 5,3g.

N° de semillas puras/kg.

5,3g-----1000sem

1000g-----X

$$X = \frac{1000g * 1000sem}{5,3g} = 188679,25semillas$$

Capacidad germinativa.

$$CG = \frac{\% \text{ final de germinación}}{N^{\circ} \text{ de semillas sembradas}} * 100\%$$

$$CG = \frac{71.50}{200} * 100\% = 35.75\%$$

Energía germinativa.

$$EG = 71.50\%$$

Es el valor máximo o pico que se presenta siendo el mismo aconsejable para sembrar.

Valor útil.

$$\text{Valor}_{\text{útil}} = \frac{\% \text{ pureza} * \% \text{ germinación}}{100}$$

$$\text{Valor}_{\text{útil}} = \frac{27,66 * 69,08}{100} = 19,11$$

En 100 kg del lote de semillas, hay solo 20 kg de semilla pura y viable.

3.3.2. Resultado de los cálculos de ANOVA.

Numéricamente se recurrió a los datos del Anexo. N° 2.

Cuadro N° 7. Datos de crecimiento de plántonos (Primer mes).

TRAT/REP		I	II	III	Σ	X
M ₁	S ₁	4.88	4.52	3.56	12.96	4.32
	S ₂	4.80	3.87	3.99	12.66	4.22
M ₂	S ₁	4.08	4.10	3.39	11.53	3.86
	S ₂	3.85	3.83	3.49	11.17	3.72
Σ Bloq.		17.61	16.32	14.42		

Cuadro N° 8. Análisis de varianza de altura de los plantones (Primer mes).

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%
Total	11	2.91				
Bloques	2	1.53	0.77	7.00*	5.14	10.9
Tratamientos	3	0.75	0.25	2.27 ^{ns}	4.76	9.78
Error	6	0.63	0.11			
Factor M	1	0.71	0.71	6.45*	5.99	13.7
Factor S	1	0.03	0.03	0.27 ^{ns}	5.99	13.7
Interacción M/S	1	0.01	0.01	0.09 ^{ns}	5.99	13.7

*Diferencia significativa ($\alpha = 0.05$)

**diferencia altamente significativa ($\alpha = 0.01$)

ns sin significancia estadística (0.05, 0.01)

Coefficiente de variación.

$$Cv = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{x}} * 100 = \frac{\sqrt{0.11}}{4.03} * 100 = 8.23$$

3.3.2.1. Primera observación en alturas.

Observando el cuadro de ANOVA podemos concluir que existen diferencias significativas para las fuentes de variación que corresponden a los bloques y factor macetas para un nivel de probabilidad de 5%, en cuanto a las demás fuentes de variación no se reflejan diferencias significativas.

El coeficiente de variación, indica que el comportamiento de las unidades experimentales es homogéneo, en cada tratamiento. También concluimos que el mejor tratamiento resultó ser con la maceta M_1 con una media de 4.27 cm de altura.

Cuadro N° 9. Datos de crecimiento de plantones (segundo mes).

TRAT/REP		I	II	III	Σ	X
M_1	S_1	10.75	9.02	7.61	27.38	9.13
	S_2	10.46	9.70	9.22	29.38	9.79
M_2	S_1	8.71	9.00	7.72	25.43	8.48
	S_2	8.78	8.24	8.07	25.09	8.36
Σ Bloq.		38.70	35.96	32.62		

Cuadro N° 10. Análisis de varianza de altura de los plántones (Segundo mes).

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%
Total	11	10.84				
Bloques	2	4.64	2.32	6.11*	5.14	10.9
Tratamientos	3	3.93	1.31	3.45 ^{ns}	4.76	9.78
Error	6	2.27	0.38			
Factor M	1	3.25	3.25	8.55*	5.99	13.7
Factor S	1	0.23	0.23	0.61 ^{ns}	5.99	13.7
Interacción M/S	1	0.45	0.45	1.18 ^{ns}	5.99	13.7

Coefficiente de variación.

$$C_v = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{x}} * 100 = \frac{\sqrt{0.38}}{8.94} * 100 = 6.90$$

3.3.2.2.Segunda observación en alturas.

Observando el cuadro de ANOVA podemos concluir que existen diferencias significativas para las fuentes de variación que corresponden a los bloques y factor macetas para un nivel de probabilidad de 5%, en cuanto a las demás fuentes de variación no se reflejan diferencias significativas.

El coeficiente de variación, indica que el comportamiento de las unidades experimentales es homogéneo, en cada tratamiento. También concluimos que el mejor tratamiento resultó ser con la maceta M₁ con una media de 9.46 cm de altura.

Cuadro N° 11. Datos de crecimiento de plántones (Tercer mes).

TRAT/REP		I	II	III	Σ	X
M ₁	S ₁	17.37	14.09	12.12	43.58	14.53
	S ₂	17.02	16.08	14.22	47.32	15.77
M ₂	S ₁	12.86	12.06	10.24	35.16	11.72
	S ₂	13.09	12.29	12.24	37.62	12.54
Σ Bloq.		60.34	54.52	48.82		

Cuadro N° 12. Análisis de varianza de altura de los plántones (Tercer mes).

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%
Total	11	52.89				
Bloques	2	16.58	8.29	8.82*	5.14	10.9
Tratamientos	3	30.70	10.23	10.95**	4.76	9.78
Error	6	5.61	0.94			
Factor M	1	27.36	27.36	29.11**	5.99	13.7
Factor S	1	3.20	3.20	3.40 ^{ns}	5.99	13.7
Interacción M/S	1	0.14	0.14	0.15 ^{ns}	5.99	13.7

Coefficiente de variación.

$$Cv = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{x}} * 100 = \frac{\sqrt{0.94}}{13.64} * 100 = 7.11$$

Prueba de Tuckey (Comparación de promedios).

Cálculo del error típico

$$Sx = \sqrt{\frac{CMe}{r}} = \sqrt{\frac{0.94}{3}} = 0,56$$

$$T = q * Sx$$

$$T = 4.90 * 0.56 = 2.74$$

$$\text{Dif.} = X A - X B > T *$$

$$\text{Dif.} = X A - X B \leq T \text{ ns}$$

Cuadro N°13. Comparación de promedios

Medias	15.77	14.53	12.54
11.72	*	*	ns
12.54	*	ns	
14.53	ns		

3.3.2.3. Tercera observación en alturas.

Observando el cuadro de ANOVA podemos concluir que existen diferencias altamente significativas para las fuentes de variación que corresponden a los tratamientos y factor maceta para un nivel de probabilidad de 5%, en cuanto a la fuente de variación de bloque existe una diferencia significativa, y en las demás fuentes de variación no se reflejan diferencias significativas.

El coeficiente de variación, indica que el comportamiento de las unidades experimentales es homogéneo, en cada tratamiento. También concluimos que el mejor tratamiento resultó ser con la maceta M_1 con una media de 15.15 cm de altura y que no existen diferencias significativas en los sustratos.

En la prueba de Tuckey comprueba que existe diferencia significativa entre los promedios de las unidades experimentales.

Cuadro N° 14. Datos de crecimiento de plántones (Cuarto mes).

TRAT/REP		I	II	III	Σ	X
M_1	S_1	24.61	20.05	17.47	62.13	20.71
	S_2	24.48	23.36	20.64	68.48	22.83
M_2	S_1	16.34	16.86	13.77	46.97	15.66
	S_2	18.20	17.75	18.18	54.13	18.04
Σ Bloq.		83.63	78.02	70.06		

Cuadro N° 15. Análisis de varianza de altura de los plántones (Cuarto mes).

Fuentes de variación	GL	SC	CM	Fc	Ft 5%	Ft 1%
Total	11	127.38				
Bloques	2	23.25	11.63	4.28 ^{ns}	5.14	10.9
Tratamientos	3	87.83	29.28	10.77**	4.76	9.78
Error	6	16.30	2.72			
Factor M	1	72.57	52.57	19.33**	5.99	13.7
Factor S	1	15.21	15.21	4.40 ^{ns}	5.99	13.7
Interacción M/S	1	0.05	0.05	0.02 ^{ns}	5.99	13.7

Coefficiente de variación.

$$Cv = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{x}} * 100 = \frac{\sqrt{2.72}}{19.31} * 100 = 8.54$$

Prueba de Tuckey (Comparación de promedios).

Cálculo del error típico

$$Sx = \sqrt{\frac{CMe}{r}} = \sqrt{\frac{2.72}{3}} = 0.95$$

$$T = q * Sx$$

$$T = 4.90 * 0.95 = 4.67$$

$$\text{Dif.} = X A - X B > T *$$

$$\text{Dif.} = X A - X B \leq T \text{ ns}$$

Cuadro N°16. Comparación de promedios

Medias	22.83	20.71	18.04
15.66	*	*	ns
18.04	*	ns	
20.71	ns		

3.3.2.4.Última observación en alturas.

Observando el cuadro de ANOVA podemos concluir que existen diferencias altamente significativas para las fuentes de variación que corresponden a los tratamientos y factor maceta para un nivel de probabilidad de 5%, en cuanto a la demás fuentes de variación no se reflejan diferencias significativas.

El coeficiente de variación, indica la homogeneidad del comportamiento de las unidades experimentales, en cada tratamiento. También concluimos que el mejor tratamiento resultó ser con la maceta M₁ con una media de 21,77 cm de altura y que no existen diferencias significativas en los sustratos.

En la prueba de Tuckey comprueba que no existe diferencia significativa entre las unidades experimentales.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES.

Con base a los resultados obtenidos en el estudio realizado se llegó a las siguientes conclusiones:

- En el control de calidad de semilla podemos ver que la semilla tiene un buen porcentaje de germinación 69,08%, ya que la época de cosecha de la semilla fue buena, pudiendo así tener un buen porcentaje de semillas viables.
- El mejor resultado en el crecimiento de alturas se presentó con la aplicación del sustrato de 50% tierra vegetal, 25% limo y 25% arena, en envase de polietileno tratamiento (T₁M₁S₂), con un promedio 21,77 cm.
- El tratamiento que presentó resultados más bajos en altura se observó con la aplicación del sustrato de 100% tierra vegetal, con el envase súper-leach (envase cónico), tratamiento (T₁M₂S₁), con el promedio 18,18 cm.
- El análisis de varianza, detecta no presentar diferencias significativas en los distintos tratamientos.
- El porcentaje de sobrevivencia (93,3%) es un resultado favorable, al no existir una pérdida mayor de plántones en vivero asegurando así el desarrollo de los mismos.
- Como se puede observar en el anexo N° 8, por el ajuste de la curva estadística de altura, el tiempo de permanencia de la especie en el vivero fue de 120 días, obteniendo un tamaño promedio de 21,77 cm.