

# **INTRODUCCIÓN**

## INTRODUCCIÓN

La producción de plantas forestales se utiliza principalmente en programas de reforestación en áreas rurales donde la calidad de planta producida en vivero influye en la sobrevivencia en campo, las prácticas culturales en vivero afectan la sobrevivencia en campo.<sup>20</sup>

Estas prácticas afectan directamente las características morfológicas y fisiológicas de las plantas, sobre todo en la parte aérea como radicular, lo cual influye en la calidad de los plantines.<sup>1</sup>

En la propagación de plantas forestales, es necesario apoyarse en la investigación científica, la cual permite diversificar e incrementar la producción, al respecto se trabajó con tubetes, pastillas Jiffys y bolsas.

Los tubetes de polipropileno son contenedores para plantas forestales, los cuales se empezaron a utilizar en Estados Unidos para la propagación de plántulas pino (*Pinus* sp) y eucalipto (*Eucalyptus* sp) para contribuir la producción eficaz y la obtención de buenos ejemplares, en estos contenedores es donde ocurre la germinación de la semilla, como también el crecimiento de la planta en el invernadero, los cuales pueden ser reutilizados en tres producciones como máximo luego pierden sus propiedades mecánicas y se deterioran.<sup>3</sup>

Para la producción de plantas se ha recurrido normalmente a usar bolsas de polietileno con un orificio superior de 8 cm de diámetro por 16 cm de alto. El problema de esto es que se tiende a mantener la planta en el vivero por más tiempo, hasta que quede bien desarrollada en la bolsa, pero sin ocasionar daño en la raíz. Esto significa que cada bolsa tiene un volumen y peso bastante significativo, lo que hace la labor de transporte en zonas poco accesibles mucho más complicada. Una modificación a esto ha sido la producción de plantas forestales en tubetes, que consisten en un cono plástico de color negro, de 14,5 cm de largo y con un orificio superior de 3 cm de diámetro y otro en la parte inferior de 1,5 cm de diámetro.

En este cono la planta se desarrolla suspendida sobre el suelo utilizando una malla o estructuras metálicas en forma de camas, de modo que se produce la poda de raíces por luz y aire.<sup>17</sup>

En el año 1993 comenzó la producción con pastillas jiffys evaluando la planta de pascua, (*Euphorbia pulcherrima*) en Zamora-España, utilizando esquejes. En los últimos años en Zamora se ha utilizado las pastillas jiffys como medio de enraizamiento, ya que el porcentaje de sobrevivencia al momento del trasplante ha resultado mayor y se han obtenido producciones más uniformes.

Las pastillas Jiffys o Pellets se presentan en formato seco de 5,2 cm de diámetro y 2,6 cm de alto, cuando esta pastilla se sumerge en una bandeja de agua durante 30 minutos, aumenta su tamaño tres veces de lo normal y tiene el agujero en medio para depositar el plantín.<sup>19</sup>

En el presente ensayo de investigación se consideró la especie de cedro colorado que ha estado en el comercio local e internacional por varios años caracterizándose por su olor aromático y considerado como una de las maderas más comerciales en Bolivia.

Por lo cual esta especie cada día es más preciada, pues casi la mayoría de los ejemplares naturales no tienen individuos con edad de corta, excepto en casos de Parques Nacionales, en donde está restringido su corta o aprovechamiento maderable.

En el presente trabajo de investigación se evalúa la multiplicación del cedro colorado en dos nuevas alternativas tecnológicas de producción; tubetes y pastillas Jiffys, comparando con la producción tradicional de macetas en bolsas.

## **JUSTIFICACIÓN**

La necesidad de producir plantas forestales a gran escala nos obliga a implementar tecnologías de producción innovadoras, por este motivo, se planteó la aplicación de nuevas tecnologías de producción en viveros, porque con los resultados se obtendrá una información precisa en lo que respecta tubetes, jiffys y bolsas.

En el presente estudio de investigación se experimentó el jiffy que es un medio de producción económico ideal para la propagación de muchos tipos de cultivos forestales, por lo que el trasplante es tan simple como introducir el jiffy en la maceta (o suelo) sin quitar nada. También, se hará uso de tubetes debido a la facilidad de manipulación durante el crecimiento de los plantines en el invernadero, estos contenedores nos brindan la formación de un buen desarrollo radicular.

## **HIPÓTESIS**

Mediante el uso de tubetes y pastillas Jiffys se logra tener mayor efectividad, en tiempos de producción, costos económicos, mano de obra y plantas de calidad.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la multiplicación de cedro colorado en dos alternativas tecnológicas de producción; jiffys y tubetes, comparando con la producción tradicional de macetas para contribuir a la propagación más eficaz de la especie.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Determinar el porcentaje de sobrevivencia y caracterizar variables de diámetro y la altura de las plántulas mediante mediciones directas, durante el proceso de producción de plantones aptos para ser implantados.
- ✓ Evaluar la calidad y cantidad de sustrato a emplearse en macetas, jiffys y tubetes a través de análisis químicos.
- ✓ Determinar la cantidad de agua y frecuencia de riego a emplearse en los tratamientos.
- ✓ Elaborar costos económicos de producción por tecnología y determinar su costo beneficio.

**CAPÍTULO I**  
**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## **CAPÍTULO I**

### **1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **1.1 LA SEMILLA**

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas. Ésta desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, regeneración de los bosques y sucesión ecológica. En la naturaleza, la semilla es una fuente de alimento básico para muchos animales.<sup>24</sup>

La semilla es cada uno de los cuerpos que forman parte del fruto que da origen a una nueva planta; es la estructura mediante la cual se realiza la propagación de las plantas que por ello se llaman espermatofitas (plantas con semilla). La semilla se produce por la maduración de un óvulo de una gimnosperma o de una angiosperma. Una semilla contiene un embrión del que puede desarrollarse una nueva planta bajo condiciones apropiadas. También contiene una fuente de alimento almacenado y está envuelto en una cubierta protectora.<sup>6</sup>

##### **1.1.1 VIABILIDAD DE LA SEMILLA**

La palabra viabilidad se refiere al estado óptimo de madurez fisiológica que presenta la semilla, denotando el grado de actividad metabólica a través de la capacidad enzimática.

Por medio de esta prueba se determina qué partes se encuentran vivas y muertas, estimando la capacidad que tiene la semilla para germinar.<sup>22</sup>

##### **1.1.2 LATENCIA O DORMANCIA**

Existen semillas que aun teniendo la capacidad para germinar y siendo colocadas bajo condiciones adecuadas, no lo hacen; a estos granos se los llama latentes (Rodríguez, 1991). En ciertas especies deben ocurrir algunos cambios en la estructura física o bioquímica de la semilla, antes del inicio de la germinación; en algunos casos el embrión tiene que someterse a cambios fisiológicos para facilitar así el proceso. Bajo

condiciones naturales los cambios ocurren paulatinamente, debido a combinaciones diferentes de aireación, humedad, temperatura, luz acción de micro organismos u otros factores. En el vivero se puede estimular la germinación de semillas latentes, produciendo las condiciones necesarias para la interrupción de la latencia, mediante tratamientos pre germinativos.<sup>15</sup>

### **1.1.3 VIGOR**

El vigor de un lote de semillas se define como el conjunto de propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de las semillas durante la germinación y posterior emergencia de las plántulas. Las semillas con buen comportamiento se consideran semillas de alto vigor.<sup>9</sup>

### **1.1.4 LONGEVIDAD**

La longevidad de un lote de semillas es el tiempo que pueden mantenerse viables en unas determinadas condiciones de temperatura y contenido de humedad. De forma natural las semillas presentan una longevidad que varía entre especies; las Leguminosas pueden conservar la capacidad de germinar durante 150 a 200 años.<sup>4</sup>

## **1.2 GERMINACIÓN**

Es el proceso mediante el cual la semilla pasa de un estado de reposo o latencia a un estado de actividad. La germinación es un proceso que debe tener lugar en el momento adecuado y en el lugar adecuado.

La absorción de agua por la semilla desencadena una secuencia de cambios metabólicos, que incluyen la respiración, la síntesis proteica y la movilización de reservas. A su vez la división y el alargamiento celular en el embrión provocan la rotura de las cubiertas seminales, que generalmente se produce por la emergencia de la radícula.

Sin embargo, las semillas de muchas especies son incapaces de germinar, incluso cuando se encuentran en condiciones favorables. Esto es debido a que las semillas se encuentran en estado de latencia. Por ello, mientras no se den las condiciones

adecuadas para la germinación, la semilla se mantendrá latente durante un tiempo variable dependiendo de la especie, hasta que llegado un momento, pierda su capacidad de germinar.<sup>5</sup>

### **1.2.1 FACTORES QUE AFECTAN A LA GERMINACIÓN**

Los factores que afectan a la germinación los podemos dividir en dos tipos:

- a) **Factores internos (intrínsecos):** propios de la semilla; madurez y viabilidad de las semillas.
- b) **Factores externos (extrínsecos):** dependen del ambiente; agua, temperatura y gases.

### **1.2.2 PRINCIPALES FACTORES QUE ACTIVAN LA GERMINACIÓN**

- Humedad.
- Luz.
- Temperatura adecuada.
- Gases (oxígeno).

El agua es el factor determinante para el inicio y desarrollo normal de la germinación en condiciones de vivero, la humedad necesaria es suministrada por medio de riego.

La luz, el oxígeno y la temperatura aunque son fundamentales en el proceso de germinación, son secundarios con relación a la humedad.<sup>5</sup>

### **1.3 ENVACES O MACETAS**

Actualmente se ha generalizado el uso de plantas en recipientes, con lo cual se ha conseguido disminuir el periodo de permanencia en el vivero. Además, es posible realizar una reforestación en zonas erosionadas, extremadamente secas y estériles.

Las macetas son los receptáculos en las cuales las plántulas pasarán su permanencia en vivero; los más utilizados en nuestro medio son las bolsas de polietileno.

En la reforestación, tanto la calidad genética de la semilla como la calidad de las plántulas que salen del vivero son determinantes para lograr el éxito de una

plantación; identificar los problemas en campo cuando la planta ya es sembrada revela las deficiencias que padece desde el vivero, pues las malformaciones se expresan cuando la plantación inicia su desarrollo, resulta no solo lamentable sino costoso e imposible de resolver, (Aldrete, 2001). Al respecto se describen nuevas alternativas de producción para mejorar la calidad de las plántulas.

### **1.3.1 TUBETE**

Es un cono plástico de color negro, de 14.5 cm de largo y con un orificio superior de 3 cm de diámetro y otro en la parte inferior de 1.5cm de diámetro. En este cono la planta se desarrolla suspendida sobre el suelo utilizando una estructura plástica como soporte (bandejas) o estructuras metálicas en forma de camas (mallas), de modo que se produce la poda de raíces por luz y aire.<sup>17</sup>

Esta tecnología de tubetes también se aplica en la producción de plantas ornamentales y frutales.

La principal ventaja de esta tecnología es que garantizan una perfecta formación de las raíces de los plantines.

El principal problema de sembrar en bolsas de polietileno es que se tiende a mantener la planta en el vivero por más tiempo, hasta que quede bien desarrollada en la bolsa, pero sin daño en la raíz pero provoca que las raíces de los plantines se enrollen. Esto significa que cada bolsa tiene un volumen y peso bastante significativo, lo que hace la labor de trasplante en zonas poco accesibles mucho más complicada. Una modificación a esto ha sido la producción en tubetes o conos que están dotados de una ranura que permite que éstas se desarrollen en forma radicular (hacia abajo) y mejor distribuidas. “Al exponerse la raíz a la luz y al aire al salir por la parte inferior se produce una poda natural, llamada foto poda”.<sup>17</sup>

Las bondades de este sistema de vivero es su amigabilidad con el ambiente, ya que propicia un menor uso de sustrato y evita los residuos plásticos en el campo.

### **1.3.1.1 VENTAJAS DEL TUBETE**

Según Coronado 2000, cita las siguientes ventajas:

- Aumenta la eficiencia de la mano de obra en las labores de llenado de los tubetes, siembra, riego, y por estar concentrado en poco espacio en el vivero, facilita su supervisión.
- Reduce la cantidad de insumos (fertilizantes, insecticidas, etc.).
- Reduce costos de transporte del vivero a lugares de reforestación.
- Reduce contaminación en el campo, ya que no quedan residuos, además de que no se llevan plantas contaminadas con nematodos.
- El área necesaria para los viveros en tubetes es menor que para vivero en bolsa.
- La inversión en la compra de tubete se ve justificada con la oportunidad de usarlo varias veces, en cambio la bolsa tradicional debe botarse.

### **1.3.2 PASTILLA JIFFY O PELLETS**

Los jiffys se presentan en formato seco, de 5.2 cm de diámetro y 2.6 cm de alto, son muy útiles tanto para la siembra como para hacer esquejes. Están elaboradas con sustratos de primera calidad. Gracias a un aglomerante especial tienen una estabilidad y porosidad excelente, mantienen un buen nivel de humedad. Su uso hace el proceso del trasplante mucho más sencillo ya que las raíces no se dañan durante el mismo, de modo que se desarrollan más sanas y más rápidamente. Los beneficios son múltiples: ahorro de tiempo al trasplante, ganancia en el crecimiento (no hay parada en el crecimiento), ganancia en la calidad de las plantas (menos riesgo fitosanitario).

#### **1.3.2.1 MODO DE USO**

Introducir las pastillas en una bandeja con agua durante 30 min la misma aumenta su tamaño 3 veces de lo normal, seguidamente en el centro de cada una quedan un orificio de medio centímetro de radio donde se depositan las semillas y la cubrimos sin apretar mucho con la tierra de sus contornos.

No requieren de un trasplante costoso, pues las raíces, cuando van creciendo, atraviesan la “tela” blanca que da forma al Jiffy, por lo que el trasplante es tan simple como colocar el Jiffy en la maceta (o suelo) sin quitar nada.<sup>19</sup>

### **1.3.2.2 SUSTRATO**

Fabricado 100% de coco derivado del tejido fibroso de cáscara de coco un sustrato ecológico y renovable sin problemas de eliminación.<sup>19</sup>

### **1.3.2.3 BENEFICIOS**

Trujillo (2004) cita los principales beneficios de los pellets:

#### **\* En el vivero**

- Evita la utilización de grandes volúmenes de suelo u otros sustratos.
- Sustrato homogéneo y de alta calidad.
- Contenedor sin barreras para el crecimiento normal de la raíz.
- Se elimina la mala hierba.
- Mayor aprovechamiento de espacio y recursos.
- Manejo fácil y liviano para la clasificación.
- Medio de cultivo limpio y consistente.
- Mayor uniformidad de crecimiento y desarrollo de la planta.
- Menor tiempo de vivero antes del trasplante.
- Sistema comprobado para el crecimiento de una gran variedad de especies.
- Menor mortalidad.

#### **\* En el transporte**

- Bajo peso y volumen.
- Permite diversas y seguras formas de transporte (canastas, sacos, cajas, bolsas plásticas, bandejas, etc.)
- Significativos ahorros en fletes, carga y descarga.
- Disminución de pérdidas por manipulación.

\* **En el campo**

- Facilidad en el transporte interno.
- Rápido establecimiento y manejo de viveros temporales.
- Siembra rápida y fácil (sin necesidad de retirar la malla).
- Alto rendimiento en la siembra.
- Mortalidad casi nula.
- Mayor desarrollo de la planta en el campo.
- Siembra manual o mecanizada.
- Establecimiento uniforme y superior de la plantación.

### 1.3.3 PREPARACIÓN DE SUELOS PARA LOS ENVASES

Se procede al llenado con material compuesto en las siguientes proporciones:

**Para bolsas:**

MATERIAL	PARTE
Limo	2
Abono vegetal	1

**Para tubetes:**

MATERIAL	PARTE
Limo	1
Abono vegetal	2

**Para pellets:**

Contienen su propio sustrato.

### 1.3.4 TÉCNICA DE EMBOLSADO

Las bolsas y los tubetes deben ser llenados completamente con el sustrato preparado, con golpes de dos dedos y varias sacudidas rápidas sobre el suelo. Las bolsa deben mantenerse verticales y redondas.<sup>23</sup>

#### **1.4 EXTRACCIÓN DE LAS PLÁNTULAS**

El almacigo se riega una o dos horas antes de la extracción de las plántulas también se aflora bien el sustrato por tramos con una pala pequeña.

Las plantitas se toman por las hojitas, no por el tallo, ni jalarlas.

Después de su extracción las plantitas deben ponerse inmediatamente en un recipiente con agua, no deben quedar expuestas al sol.

#### **1.5 TRASPLANTE O REPIQUE**

Es el trasplante desde la almaciguera a la maceta, este trabajo se lo ejecuta en forma manual, cumpliendo con la actividad previa de humedecer el almacigo 24 horas antes de proceder a esta actividad.<sup>14</sup>

Se extraen las plantitas de las almacigueras en un recipiente que contenga agua para evitar que las raíces pierdan humedad, luego se realiza un hoyo con el repicador en el centro de la maceta introduciendo inmediatamente la plantita, a efecto de evitar la formación de sacos de aire, verificando que las raíces no se doblen seguidamente rellenarlo y darle firmeza con el sustrato de sus contornos luego se coloca bajo media sombra posteriormente se las hidrata utilizando una roseta para pulverizar el agua.

Según (Bobadilla, 1997) el repique se realiza quince a veinte días después de la germinación o cuando las plántulas tengan de dos a cuatro hojas también deben estar sanos y vigorosos; el tallo debe tener buen color y las raíces deben estar bien formadas y desarrolladas, porque se corre el riesgo de perder plantas al trasplante. Las plantas requieren una serie de cuidados especiales para garantizar su desarrollo posterior.

#### **1.6 CÓMO Y CUÁNDO SE REALIZA EL RIEGO**

El riego adecuado se lo realiza con regadera o manguera con pico (roseta) que permita una lluvia muy fina.

La frecuencia de riego es difícil establecerla por cuanto varía en función de la luminosidad, viento, precipitaciones, etc. pero una regla práctica es no permitir que la superficie del suelo se reseque.<sup>14</sup>

### **1.7 EL REFALLO**

Es la reposición de las plántulas muertas en macetas de cría, este procedimiento se lo realiza a la segunda semana de haber efectuado el repique.

### **1.8 CUIDADOS CULTURALES**

Son los diferentes tratamientos que reciben los almácigos y las plantas durante la etapa de crecimiento, se realiza para optimizar la producción y garantizar una buena calidad de las mismas.

#### **1.8.1 DESHIERBE**

Consiste en sacar las malas hierbas de las bolsas o maceteros que contenga una planta en la fase de crecimiento, inmediatamente cuando se note la hierba, no dejar crecer porque frente a esta competencia las plantas se ven asfixiadas, compiten por nutrientes y luz son privadas de elementos vitales que necesitan y sus condiciones de desarrollo ya no son favorables. Siempre será posible eliminarlas arrancándolas manualmente.

Los principales problemas causados por las malezas son: compiten por agua, luz, nutrientes, etc., deterioro de la calidad por alargamiento o enanismo de las plantas, son portadores de hongos e insectos, aumentan costos de las labores y equipos.<sup>9</sup>

#### **1.8.2 CONTROL FITOSANITARIO**

Es el control y prevención de las enfermedades e insectos, para lo cual se aplicó un fungicida (FOKER) en una proporción de 15 ml del producto para 10 litros de agua, un insecticida (Lorsban plus) en una proporción de 10 ml para 10 litros de agua, así también se utilizó abono foliar 45 gramos para 25 litros de agua con el objetivo principal de fortificar las plantas.

## **1.9 REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS PLANTONES SELECCIONADOS PARA SER IMPLANTADOS**

### **a) Requisitos para aceptar un plantón para ser implantado (Cossio, 2013)**

- Rustificación de los plantones.
- 35 – 45 cm de tamaño.
- Color característico de la especie.
- Libre de enfermedades.
- Sistema radicular bien desarrollado.
- Diámetro adecuado de 4 - 6 mm.

### **b) Dentro los aspectos para rechazar el plantón se contemplan los siguientes:**

- Trifurcado.
- Desproporción en la parte aérea y radicular.
- Que presente enfermedad o marchitamiento.
- Tener el ápice doblado.
- Color no característico (amarillento).

## **1.10 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Hernández (1997) define como “la estructura en la que las variables y los sujetos han sido organizados con el fin de recoger los datos para responder a las preguntas de la investigación”. También es definido como la disposición en tiempo y espacio de las variantes o tratamientos. Podemos decir que los diseños experimentales son las formas que se han ideado para arreglar las parcelas y satisfacer las necesidades de cada experimento, sus objetivos y el cultivo de que se trate. No es más que el esquema de distribución de las variantes en el experimento.

En definitiva el diseño es la parte más importante de la investigación pues supone la toma de decisiones sobre el contexto, el tratamiento, las causas, los instrumentos de observación medida o los procedimientos.

### **1.10.1 CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL**

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar, con tres repeticiones por tratamiento, siendo un total de 9 unidades experimentales, cada una formada por 96 macetas de las cuales se evaluaron 32 macetas centrales.

### **1.11 MORTALIDAD**

Después de que el hipocotilo de la plántula se endurece esta se encuentra relativamente a salvo de las formas de daño hasta ahora estudiadas, sin embargo se pueden dañar o matar varios factores de los cuales los más importantes son: la sequía, carencia de luz suficiente, altas temperaturas, las heladas, ataque de insectos y enfermedades, fuego, daños ocasionados por los animales.

### **1.12 ÍNDICE DE ESBELTEZ**

Uno de los factores principales que influyen en el establecimiento y desempeño inicial de las plantaciones forestales es la calidad de la planta, este término se define como la capacidad que tienen los individuos para adaptarse y desarrollarse en las condiciones climáticas y edáficas del sitio donde se establecen.<sup>25</sup>

Es la relación entre la altura de la planta (cm) y el diámetro (mm).

Este valor debe estar por debajo de (6) ya que si sobrepasa el mismo la planta puede presentar daños mecánicos causados por los vientos.

### **1.13 PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO**

#### **1.13.1 PH.**

El pH ejerce una gran influencia en la asimilación de elementos nutritivos en un intervalo entre 6 y 7 es el más adecuado para la asimilación de nutrientes por parte de las plantas los microorganismos del suelo proliferan con valores de pH medios y altos. Su actividad se reduce con pH inferior a 5,5.<sup>8</sup>

### 1.13.2 SALINIDAD DEL SUELO

Un suelo es salino cuando tiene un exceso de sales solubles, cuyos iones en la solución del suelo impiden o dificultan el desarrollo normal de las plantas.

Se consideran sales solubles las que están compuestas por los siguientes iones:

- Cationes: calcio, magnesio, sodio, potasio
- Aniones: cloruro, sulfato, bicarbonato, carbonato

La conductividad eléctrica es la medida de la cantidad de corriente que pasa a través de la solución del suelo.<sup>8</sup>

### 1.13.3 MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica del suelo está constituida por aquellas sustancias de origen animal o vegetal que se acumulan en el suelo o se incorporan a él. Las sustancias de origen animal están formadas por restos de animales y sus deyecciones las cuales se transforman rápidamente en el suelo sin dejar productos duraderos. Las sustancias origen vegetal proceden de los residuos de plantas superiores (raíces y partes aéreas) y de los cuerpos sin vida de la micro flora del suelo (bacterias, hongos y algas).

Sobre la materia orgánica del suelo actúan una infinidad de microorganismos que la descomponen y transforman en otras materias. Esta transformación se realiza mediante dos procesos distintos:

**-Mineralización.** Los residuos orgánicos se descomponen completamente y se transforman con rapidez en sustancias minerales (agua, dióxido de carbono, nitratos, etc.).

**-Humificación.** Los residuos orgánicos se transforman en primer lugar en otra materia orgánica muy descompuesta y de naturaleza coloidal, llamada humus. Con posterioridad el humus se transforma lentamente en sustancias minerales la mayor parte de los residuos animales se mineralizan sin pasar por el estado de humus. Por

este motivo y porque son muy escasos en comparación con los restos vegetales, tienen escasa importancia.

La materia orgánica se descompone con mayor o menor rapidez, según la composición del material original. El almidón la celulosa y las proteínas sencillas se descomponen rápidamente, mientras que las ligninas, ceras, taninos, resinas y grasas son bastante resistentes al ataque microbiano y se descomponen con lentitud, constituyendo la base del humus.<sup>8</sup>

## 1.14 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE EN ESTUDIO

### 1.14.1 SISTEMÁTICA DEL CEDRO COLORADO

<b>Reino:</b>	<i>Plantae</i>
<b>División:</b>	<i>Fanerógama / Magnoliophyta</i>
<b>Clase:</b>	<i>Magnoliopsida</i>
<b>Orden:</b>	<i>Sapindales</i>
<b>Familia:</b>	<i>Meliaceae</i>
<b>Género:</b>	<i>Cedrela</i>
<b>Nombre científico</b>	<i>Cedrela odorata</i> – L.
<b>Especie</b>	Cedro colorado

### 1.14.2 FENOLOGÍA DE LA ESPECIE

En Bolivia el árbol de Cedro tiene las hojas presente en la época húmeda (octubre a mayo), desapareciendo en la época seca (junio a septiembre). La mayoría de los frutos maduran con el árbol totalmente defoliado.<sup>29</sup>

De manera general, el desarrollo de los frutos toma aproximadamente de 9 a 10 meses y las frutas maduran en la siguiente época seca.

La floración de los cedros generalmente es abundante en todo el árbol y presentan flores en el mes de julio y septiembre según colectas en Beni, norte de Santa Cruz y La Paz.<sup>16</sup>

La fructificación sucede entre julio a agosto.<sup>18</sup>

Los frutos se colectan entre abril y agosto. El Cedro empieza a fructificar cuando tiene entre diez a quince años de edad.<sup>7</sup>

<b>Etapas o fases</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
Brotación												
Floración												
Fructificación												
EP. Rec. Sem.												
Defoliación												

### **1.14.3 ÁREA DE DISTRIBUCIÓN**

Bosques húmedos tropicales, subtropicales y templados, en los departamentos de Santa Cruz, Cochabamba, Beni, La Paz, Pando, Tarija y Chuquisaca.

### **1.14.4 USO**

Es clasificada como una especie muy valiosa, el principal uso que se le da a esta especie es la fabricación de muebles en general, puertas, ventanas y láminas de enchape.<sup>16</sup>

### **1.14.5 DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL**

**Copa** amplia, redondeada y frondosa, hojas pinnaticompuestas alternas.

**Tronco** recto, más o menos cilíndrico, estrechándose al extremo, aletones hasta de 3 m de altura, altura total de 40 m.

**Corteza** rugosa, color pardo oscura, con canales rojizos, aromática, astringente.<sup>16</sup>

### 1.15 COSTO UNITARIO

Es el costo final de cada unidad producida, resulta de dividir el costo de producción por las unidades producidas.

Costos de una unidad seleccionada de una mercancía o un servicio.

Ejemplos: costos por tonelada, por hora-máquina, por hora de mano de obra.

Por consiguiente el costo unitario es un costo promedio para el período en consideración, y a nivel global, por tanto, corresponde a la suma de los costos unitarios de los insumos de producción tales como material directo, mano de obra directa, y costos indirectos de manufactura, en el caso del costo unitario de producción. El costo unitario también se puede obtener a partir de los valores monetarios totales de los insumos de producción dividida en el número total de unidades producidas. Una expresión más general de este concepto puede incluir los costos de producción a objeto de obtener un costo unitario total.<sup>29</sup>

#### 1.15.1 CLASIFICACIÓN DE LOS COSTOS

##### a) Según la función que cumplen

- **Costo de Producción;** Son los que permiten obtener determinados productos a partir de insumos y servicios mediante el empleo de un proceso de transformación (combustibles, jornales, víveres, etc.).
- **Costo de Comercialización;** Es el costo que posibilita el proceso de venta de nuestros productos a los clientes (comisiones por ventas, transporte, seguros, contratos de venta, etc.)
- **Costo de Administración;** Son aquellos costos necesarios para la gestión y coordinación de todas las actividades de producción y

comercialización (honorarios de contadores, alquileres de oficinas, correspondencia, etc.)

- **Costos Financieros;** Son aquellos que corresponden a la obtención de recursos financieros para cubrir los tres anteriores grupos de costos (comisiones y gastos bancarios, impuesto a las transacciones, etc.).<sup>30</sup>

**b) Según el grado de variabilidad**

- **Costos Fijos;** Son aquellos cuyo importe permanece constante, independiente del volumen de producción que realicemos; dentro estos costos también se incluyen honorarios del contador, alquileres y depreciaciones.
- **Costos Variables;** Son aquellos costos que varían en forma proporcional, de acuerdo al nivel de producción que se tenga en la temporada.<sup>30</sup>

**c) Según su asignación**

- **Costos Directos;** Son aquellos costos que se asignan directamente a un producto final. Por lo general hacen referencia a los costos variables.
- **Costos Indirectos;** Son aquellos que no se pueden asignar directamente a un producto o servicio, sino que se distribuyen entre los productos finales comercializados mediante algún criterio de reparto. (Depreciación, honorarios de personal administrativo, servicios básicos de la oficina, etc.).<sup>30</sup>

# **CAPÍTULO II**

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

## CAPÍTULO II

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

##### 2.1.1 UBICACIÓN DEL VIVERO

El presente estudio de investigación se realizó en la ciudad de Tarija, en el vivero del PERTT dentro de un invernadero, se encuentra en los paralelos  $21^{\circ} 31' 19,46''$  de Latitud Sur y  $64^{\circ} 44' 41,42''$  Longitud Oeste, a la margen izquierda del río Guadalquivir.

##### Ubicación de la zona de estudio



##### 2.1.2 CLIMA

Es una región subtropical y se encuentra localizada a una altura de 1905 msnm.

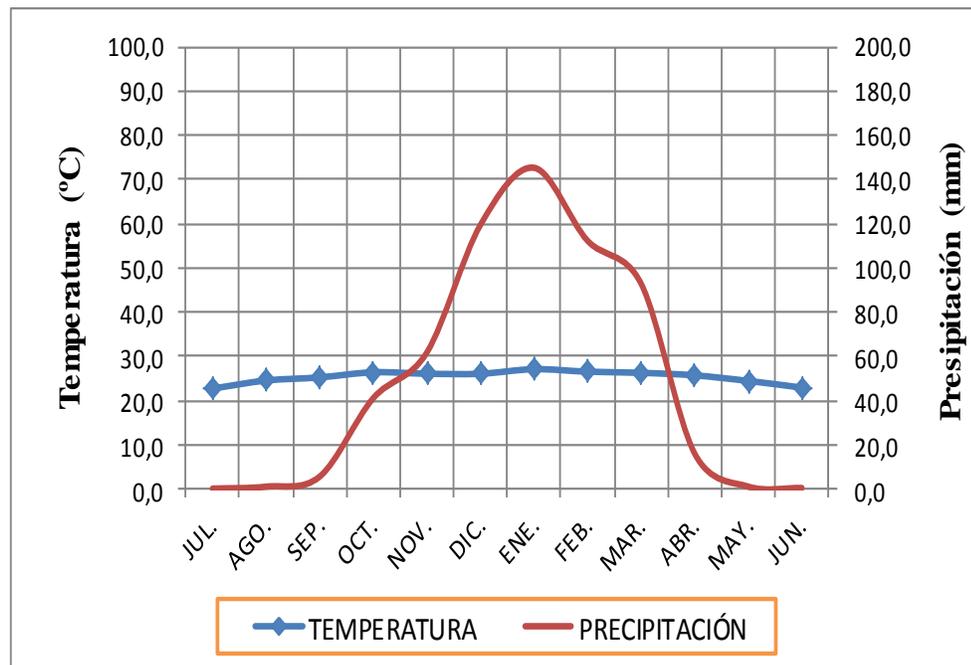
En lo general la precipitación es de manera irregular en el tiempo como en su concentración.

La lluvia cae, casi exclusivamente a fines de octubre, siendo escasas en noviembre e intensas en diciembre, enero, febrero y marzo que son el factor principal de la erosión del Valle Central de Tarija, (SENAMHI 2015). (Ver cuadro N° 1).

El área está definida por un periodo lluvioso aproximadamente de 5 meses que comprende de noviembre a marzo y un periodo seco de 7 meses de abril a octubre.

Las temperaturas medias alcanzan los 19.9°C mientras las temperaturas mínimas son de 11.1°C y las máximas llegan registros de 28.8°C. (SENAMHI 2015).

Cuadro N° 1: Diagrama bioclimático de la estación meteorológica del aeropuerto.



Fuente: SENAMHI 2000-2015

De acuerdo al cuadro N° 1 se puede observar que los meses de mayor precipitación son diciembre, enero y febrero por lo cual es el periodo más adecuado de realizar plantaciones forestales, con temperaturas medias anuales de 25 °C, los meses más secos abarcan de abril a octubre.

### **2.1.3 ASPECTOS GENERALES DEL VIVERO**

El vivero está establecido en una superficie de 7500 m<sup>2</sup>, las especies forestales más frecuentes pertenecen a los géneros: *Cupresus*, *Pinus*, *Casuarina*, *Tabebuia*, *Acacia*, *Populus*, *Leucaena* y *Schinus*.

Para la producción de plántulas se cuenta con invernaderos, camas de germinación y platabandas de crecimiento.

Posee un sistema de riego por tanque de almacenamiento de agua, como así también cuenta con fosas de producción de abono orgánico. Para el funcionamiento de vivero se cuenta con personal técnico preparado y obreros con larga experiencia en la producción de plántulas.

## **2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE PROCEDENCIA DE LA SEMILLA**

La semilla se recolectó del departamento de Cochabamba de la provincia Cercado del río de Tirani por personal técnico recomendado por BASFOR los mismos se encargaron del registro de dicha especie, determinando un porcentaje de germinación de 81 % y una pureza de 97 %, se encuentra en una Longitud de 661347 Oeste y una Latitud 0172010 Sur una altura de 2640 m.s.n.m. a una distancia de 28.5 km de la ciudad, presentando una temperatura mínima de 23° C y una máxima de 36° C con vientos de 8.1 km/h de Sur a Sudeste.

## **2.3 MATERIALES**

En el presente trabajo de investigación se utilizó los siguientes materiales, herramientas y equipos de gabinete.

### **Implementos:**

- Semilla de cedro colorado (Tirani-Cochabamba. BASFOR).
- Planillas de registro.
- Pastillas jiffys.
- Tubetes.

- Bolsas de polietileno.
- Limo.
- Abono vegetal.
- Arena.
- Repicadores.
- Letreros de identificación.
- Insecticida.
- Fungicida.
- Madera.
- Clavos.

**Herramientas:**

- Carretilla.
- Pala.
- Rastrillo.
- Zaranda.
- Martillo.
- Tijera de podar.
- Regadoras.
- Balde.

**Equipo**

- Cámara fotográfica.
- Computadora.
- Impresora.
- Calculadora.
- Material de escritorio.
- Flexometro.
- Vernier.
- Mochila de aspersión.
- Balanza analítica.

## **2.4 METODOLOGÍA**

### **2.4.1 ADQUISICIÓN DE SEMILLAS**

En el respectivo trabajo de investigación, se trabajó con semilla certificada por INIAF y registradas por BASFOR – COCHABAMBA, cuyas características específicas se pueden observar en el anexo N° 9.

### **2.4.2 PREPARACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO**

- Limpieza general del área de estudio.
- Arreglo de los canteros de las platabandas.
- Nivelación de las platabandas.

### **2.4.3 TRATAMIENTO PREGERMINATIVO**

Antes de llevarse a cabo la siembra se procedió a un tratamiento físico de la semilla el 20 de mayo del 2015, el cual consistió en el remojo de la semilla en agua a una temperatura de 14°C en un recipiente de plástico bajo sombra durante 24 horas cambiando de agua cada 8 horas.

### **2.4.4 PREPARADO DE LAS ALMACIGUERAS**

En primer lugar se preparó la platabanda que contiene arena fina en una cantidad de 0.160 m<sup>3</sup> destinado al almacenado de semillas en un superficie de 2.00 m<sup>2</sup>, el mismo que debe ser suelto para facilitar su germinación y posterior desarrollo de las plantas; una vez realizado la desinfección del suelo durante 8 horas aplicando un fungicida (FOKER) con una proporción de 15 ml del producto para 10 litros de agua, luego durante una hora se dejó ventilar el ambiente para proceder con el trabajo, al mismo tiempo se aplicó un insecticida (Lorsban plus) por los contornos externos del almacigo en una proporción de 10 ml del producto para 10 litros de agua.

### **2.4.5 SIEMBRA**

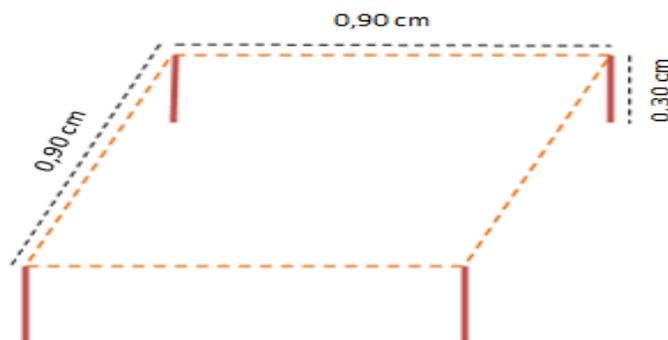
Se sembraron 3012 semillas, el tipo de siembra aplicada fue al voleo sobre suelo humedecido cubriéndola con una capa de arena tomando en cuenta el tamaño de la semilla, se agregó dos veces más que el espesor de la semilla utilizando una cantidad de 0.16 m<sup>3</sup> luego se cubrió con media sombra y un plástico para protegerlas de las

variaciones de temperatura con el propósito de mantener una humedad que facilite la germinación, se regó a intervalos de cinco días en un promedio de 11 litros donde se utilizó 176 litros en toda la fase de almácigo durante 80 días, de tal manera que el suelo de las almacigueras no ofrecieron riesgos de ataque de hongos, por excesiva humedad.

Una vez germinadas las primeras semillas se levantó la malla media sombra más el plástico a una altura de 7 cm hasta que se observe el mayor porcentaje de germinación.

#### 2.4.6 ARMADO DE MESONES PARA TUBETES Y JIFFYS

Los mesones fueron armados en consideración del peso que llevara cada uno, para los tubetes se colocó un marco de 90 cm de largo y ancho, el espesor y grosor de la madera fue de 5 cm, a una altura de 30 cm en el cual se sujetó la malla metálica donde posteriormente se colocaron los tubetes, para los jiffys se colocó un marco con las mismas dimensiones en el área del marco se clavó madera de 0.5 cm de espesor y por encima se puso un plástico en el cual se agregó arena fina a un espesor de 4 cm haciendo un total de  $0.032 \text{ m}^3$  esto con el fin de evitar que se deshidraten más rápido de lo normal, luego se colocó el jiffy más su bandeja.



### 2.4.7 TAMIZADO

El tamizado es una labor importante, para esta actividad se utilizó una malla metálica con las siguientes dimensiones; alto 2,00 m ancho 1,00 m y  $1\text{ cm}^2$  cada cuadrado o espaciamiento, por ella se logra separar el material fino en el abono vegetal y limo de las impurezas que contengan éstos (espinos, terrones gruesos, etc.) de esta manera se obtiene una mezcla uniforme de ellos, la que servirá para el relleno de macetas de cría o almacigueras.

### 2.4.8 PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

En primer lugar se identificó los bancos de materiales, con el propósito de obtener un buen sustrato, como ser limo y abono vegetal.

Posteriormente, el material se trasladó al sitio de trabajo donde se procedió al tamizado tanto para el limo y abono vegetal.

Después del tamizado de materiales se procedió a medir y cuantificar los sustratos como ser:

- **Para bolsas. T=0,282 m<sup>3</sup>**  
Limo 0,189 m<sup>3</sup>  
Abono vegetal 0,093 m<sup>3</sup>
- **Para tubetes. T=0,017 m<sup>3</sup>**  
Limo 0,006 m<sup>3</sup>  
Abono vegetal 0,011 m<sup>3</sup>
- **Para Jiffy**  
Contienen sustrato.

Para el llenado de los maceteros se utilizó una cantidad de 0.282 m<sup>3</sup> para las bolsas, 0.017 m<sup>3</sup> para los tubetes en todo el tratamiento.

### 2.4.9 LLENADO DE LOS TUBETES

El llenado de tubetes se hizo de manera manual, dando unas tres sacudidas rápidas sobre el suelo y se utilizó un sustrato húmedo, esto con el fin de evitar que se deslice hacia abajo por la perforación que presenta el mismo, se utilizaron 288 tubetes.

#### **2.4.10 LLENADO DE BOLSAS**

La actividad de llenado de bolsas se realizó de forma tradicional, (manual) con las recomendaciones técnicas de llenar la bolsa hasta el borde, sin apretar demasiado la tierra, dando tres sacudidas rápidas sobre el suelo para un buen embolsado.

Una vez llenadas las macetas, deben ser colocadas en forma ordenada dentro de las platabandas, regándolas antes de 24 horas del repique a efecto de facilitar esta actividad, utilizando 288 bolsas.

#### **2.4.11 REPIQUE**

Es el trasplante desde la almaciguera a la maceta, este trabajo se lo ejecuto en forma manual y se realizó el 10 de mayo de 2015 donde se realizó una actividad previa al repique que es el riego con la finalidad de humedecer el material para su fácil extracción de los plantines.

Se extrajeron 864 plantitas de las almacigueras en un recipiente que contenga agua para evitar que las raíces se sequen, en el mismo se agregó abono foliar 5 gramos para fortificarlos y un fungicida (FOKER) para el control de patógenos en una proporción de 5 ml para 2 litros de agua, luego se realizó un hoyo con el repicador en el centro de la maceta introduciendo inmediatamente la plantita, teniendo cuidado que no queden sacos de aire y evitando que se doblen las raíces introducidas en la maceta; posteriormente se las hidrato para colaborar en su sobrevivencia de las mismas.

#### **2.4.12 DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN**

Se utilizaron 864 muestras para todo el diseño experimental y 288 muestras por cada tratamiento, las mismas fueron tratadas con cuidados especiales.

##### **2.4.12.1 TRATAMIENTO I**

###### **2.4.12.1.1 PRODUCCIÓN EN TUBETES**

Una vez ya obtenido las macetas humedecidas se colocaron en mesones armados manualmente de malla metálica después de los 80 días de germinación se procedió al respectivo repique, antes de 24 horas se hidrataron los maceteros en periodos de dos

horas, con la ayuda de un repicador se hizo un orificio en el centro del tebeta donde se colocó el plantín verificando que no se doblen las raíces dándole firmeza con el sustrato del contorno del macetero.

## **2.4.12.2 TRATAMIENTO II**

### **2.4.12.2.1 PRODUCCIÓN EN PASTILLAS JIFFYS O PELLETS**

Las pastillas jiffys contienen sustrato que está compuesto a partir de tejido fibroso de astillas de cáscara de coco, protegido por una tela blanca que le da forma. Los jiffys se sumergieron en agua durante 30 minutos y aumento su tamaño tres veces de lo normal luego se colocó sobre mesones de madera armados manualmente y protegiéndolos para que no se deshidraten. Con la ayuda de un repicador se hizo un orificio en el centro del macetero verificando que sus raíces no se doblen dándole firmeza con el sustrato que contiene en sus laterales (ver anexo 12).

## **2.4.12.3 TRATAMIENTO III**

### **2.4.12.3.1 BOLSAS - TESTIGO**

Una vez ya obtenido el macetero, se hidrato 24 horas antes del repique, luego con la ayuda del repicador se hizo un orificio en el centro del macetero donde se colocó la plantita verificando que sus raíces no se doblen hacia arriba, dándole firmeza con el sustrato que se encuentra en el contorno del macetero.

## **2.4.13 DISEÑO EXPERIMENTAL**

En base a la revisión de la literatura especializada, se utilizó una metodología tendiente a lograr los objetivos trazados es decir, aplicando todos los conceptos teóricos a una realidad práctica.

En el presente trabajo se optó por el diseño de bloques al azar, el mismo que puede usarse cuando las unidades experimentales pueden agruparse generalmente del número de unidades por bloque, es igual al número de tratamientos. El objetivo del agrupamiento es lograr que las unidades colocadas en un bloque sean tan uniformes

como sea posible, de modo que las diferencias observadas se deban a los tratamientos.

El experimento consta de tres repeticiones, tres tratamientos haciendo un total de nueve unidades experimentales.

En el presente estudio se utilizaron, 96 macetas, 96 jiffys y 96 tubetes, para el total del trabajo de investigación se necesitaron 864 unidades.

#### 2.4.13.1 DISEÑO BLOQUES AL AZAR

**Sp = Cedro colorado (*Cedrela odorata*).**

Numero de tratamientos = 3

1. Tratamiento Tubetes.
2. Tratamiento pastilla Jiffy.
3. Bolsas - Testigo.

Réplicas = 3

Número de u. e. = 9

Nº Macetas por u. e. = 96

Nº Macetas por u. e. a evaluar = 32

	BLOQUE-I	BLOQUE-II	BLOQUE-III
T R A T A M I E N T O	Tubete T-1	Tubete T-1	Testigo T-3
	Testigo T-3	Jiffy T-2	Tubete T-1
	Jiffy T-2	Testigo T-3	Jiffy T-2

### Modelo de un cuadro de ANOVA en los diseños de bloques al azar

Fuentes de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft	
					5%	1%
<b>Total</b>	T-1	$\Sigma y^2 - Fc$				
<b>Tratamientos</b>	t-1	$\Sigma \frac{ti^2}{N^{er}} - Fc = A$	$\frac{A}{t-1} = 1$	$\frac{1}{3}$		
<b>Bloques</b>	b-1	$\Sigma \frac{b^2}{N^{trat}} - Fc = B$	$\frac{B}{b-1} = 2$	$\frac{2}{3}$		
<b>Error</b>	T-t- b	SCT-SCt-SCb=C	$\frac{C}{T-t-b} = 3$			

Dónde:

T = tratamiento.

R = réplicas o repeticiones.

Y = observación individual.

Fc = Factor de corrección.

Para complementar el análisis de varianza se realizó la prueba de Tukey de 5% de probabilidad, a comparación de otras pruebas esta nos sirve para conocer con más exactitud la existencia o no de diferencias entre los tratamientos, con la siguiente fórmula:

$$T = q * S_x$$

S<sub>x</sub> = es el error típico calculado con la siguiente fórmula:

$$S_x = \sqrt{\frac{CMe}{N^{\circ}r}}$$

q= se encuentra en la tabla de valores de Tukey, se busca en los grados de libertad del error y el rango mayor de medias a comparar.

$$\text{Dif.} = X_A - X_B > T^*$$

$$\text{Dif.} = X_A - X_B < T_{ns}$$

#### **2.4.14 MEDICIÓN Y OBTENCIÓN DE DATOS**

##### **2.4.14.1 DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS USADOS EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

En la fase de medición se diseñaron planillas de campo las mismas que nos permiten obtener incrementos diamétricos y crecimientos de alturas, sobrevivencia de los plantones, cantidad y frecuencia de riego.

La primer medición de diámetro y altura se realizó el 10 de agosto de 2015 tomando en cuenta 32 macetas objeto de evaluación, dejando de reborde las demás macetas contra influencias del viento y el sol, se midieron en todo el diseño experimental 288 plantones, los datos se obtuvieron cada 28 días, concluyendo con cuatro mediciones a los 112 días seguidamente se realizó el conteo de los plantones muertos determinando el porcentaje de mortandad en todo el trabajo.

##### **2.4.14.2 MEDICIONES REALIZADAS**

Para el cumplimiento de la obtención de datos de campo, en el transcurso del desarrollo de los plantones, las alturas fueron medidas en primera instancia con una regla graduada en mm, los diámetros se midieron en la base o cuello del plantón con un calibrador (vernier de precisión 0.05 mm).

##### **2.4.15 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN**

El análisis de germinación tiene como objetivo fundamental conocer la capacidad germinativa de la semilla, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Germinación} = \frac{N^{\circ} \text{ de Semillas Germinadas}}{N^{\circ} \text{ Total de Semillas Ensayadas}} * 100$$

#### 2.4.16 PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

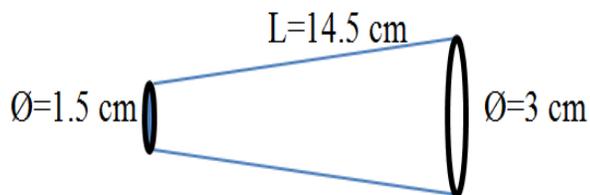
El principal propósito del porcentaje de sobrevivencia es determinar el número de semillas que sobreviven a una manipulación causado por el repique se calcula con la siguiente formula:

$$\% \text{ Sobrev} = \frac{N^{\circ} \text{ de Semillas Ensayadas} - N^{\circ} \text{ de Semillas Muertas}}{N^{\circ} \text{ de Semillas Ensayadas}} * 100$$

#### 2.4.17 CANTIDAD DE SUSTRATO

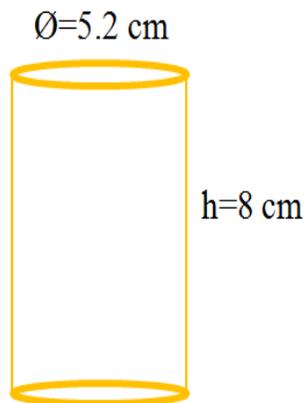
La cantidad de sustrato a emplearse en cada tratamiento se calcula de acuerdo a las siguientes fórmulas:

##### TUBETES



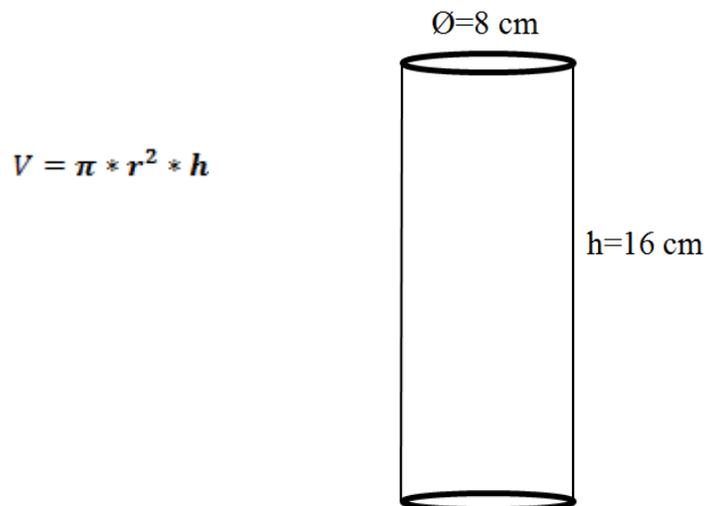
$$V = \frac{A + a}{2} * L$$

##### JIFFY



$$V = \pi * r^2 * h$$

## BOLSAS



### 2.4.18 CANTIDAD DE AGUA

La cantidad de agua se midió en un recipiente en litros, el registro se hizo por tratamiento, esto con el fin de hacer una comparación entre tratamientos para dar una recomendación sobre cuál de los tres es el más factible y recomendable optar en épocas de estiaje, como así también en lugares con poco acceso al agua y evitar la pérdida de plántones, (ver anexo N°6).

### 2.4.19 FRECUENCIA DE RIEGO

La frecuencia de riego se determinó a través de la deshidratación que presentaban los maceteros de cada tratamiento tomando en cuenta los días de riego.

### 2.4.20 RUSTIFICACIÓN DE LAS PLANTAS

Ocurre en el vivero donde las plantas ya salen para recibir los rayos solares a intensidad natural. En este periodo se sigue regando a las plantas durante 20-30 días de manera que se vayan desarrollando normalmente y estén preparadas para su posterior traslado a campo.

### 2.4.21 COSTOS ECONÓMICOS DE PRODUCCIÓN

Los costos de producción se calcularon de acuerdo a la siguiente planilla.

ITEM	REFERENCIAS	UNID	CANT	PRECIO UNITARIO	MONTO TOTAL Bs.
<b>1</b>	<b>MATERIALES</b>				
	Semillas				
	Arena				
	Limo				
	Abono vegetal				
	Bolsas de Polietileno				
	Tubetes				
	Jiffys				
	Mesones				
	Malla metálica				
	Clavos				
	<b>Agroquímicos</b>				
	Abono foliar (crecifol)				
	Fungicida (foker)				
	<b>Insecticida (Lorsban plus)</b>				
<b>2</b>	<b>MANO DE OBRA</b>				
	<b>Obreros</b>				
<b>3</b>	GATOS GENERALES Y ADMINISTRATIV. (10%) (1 +2+3+4)				
<b>4</b>	UTILIDAD (20%) (1+2+3+4+5)				
<b>5</b>	IMPUESTOS (IVA+IT=16%) (1+2+3+4+5+6)				
	<b>COSTO TOTAL</b>				

Los costos se calcularon por tratamiento con las siguientes fórmulas:

$$CP = \sum TR$$

$$CU = CP / N^{\circ} UP$$

$$PV = CU / 0,70$$

$$B/C = VPi / VPe$$

**Dónde:**

$\Sigma TR$  = Sumatoria total de las referencias

CP = Costo de producción

N° UP = N° de unidades producidas.

VPi = Valor Presente de los Ingresos.

VPe = Valor Presente de los Egresos.

30% = 0.70 = Utilidad esperada

**2.4.22 ANÁLISIS DEL SUELO**

Se evaluó la calidad del sustrato que se utilizó en los tratamientos mediante análisis químicos en el laboratorio RIMH Laboratorio de Aguas, Suelos, Alimentos y Análisis ambiental donde se dispone de los equipos necesarios. El respectivo análisis nos permitió determinar la calidad del sustrato, además de identificar el tratamiento que contiene mayores nutrientes siendo un factor muy importante para el desarrollo de las plantas.

En el respectivo análisis se determinó: Materia orgánica Mo, Nitrógeno N, Fosforo P, Potasio K, Conductividad eléctrica C.E. y PH. Siendo los más importantes y principales para determinar la calidad del sustrato.

**2.4.23 LABORES CULTURALES DEL VIVERO**

Las principales labores culturales que se realizaron son: los deshierbes cuya finalidad es de mantener las macetas limpias, así evitar la pérdida de nutrientes del suelo y la absorción de agua; esta faena es importante en el momento en que las semillas comienzan a germinar como también en el desarrollo de las mismas durante la fase de crecimiento.

**2.4.24 CONTROL FITOSANITARIO E INSECTOS**

Es una actividad importante para el éxito del estudio de investigación, se realizó inspecciones periódicas y diarias, para detectar alguna plaga o enfermedad. Se aplicó

fungicida (FOKER) para eliminar y prevenir el ataque de los hongos en una proporción de 15 ml del producto para 10 litros de agua, como así también se aplicó un insecticida (Lorsban plus) por el contorno de las platabandas en una proporción de 10 ml del producto para 10 litros de agua con el propósito de eliminar y prevenir el ataque de insectos, para fortificarlos se aplicó abono foliar en dos periodos de 10 días, la primera aplicación fue el 24 de agosto de 2015 y la segunda fue el 3 de septiembre del 2015 en una proporción de 20 gramos para 10 litros de agua utilizándose un total de 40 gramos.

#### **2.4.25 PROCESAMIENTO DE DATOS**

Una vez obtenido los datos de incrementos de diámetros y alturas, en las planillas de campo se procedió a procesar la información en cuadros resumidos, permitiéndose realizar cálculos para su posterior análisis de acuerdo al diseño experimental.

# **CAPÍTULO III**

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

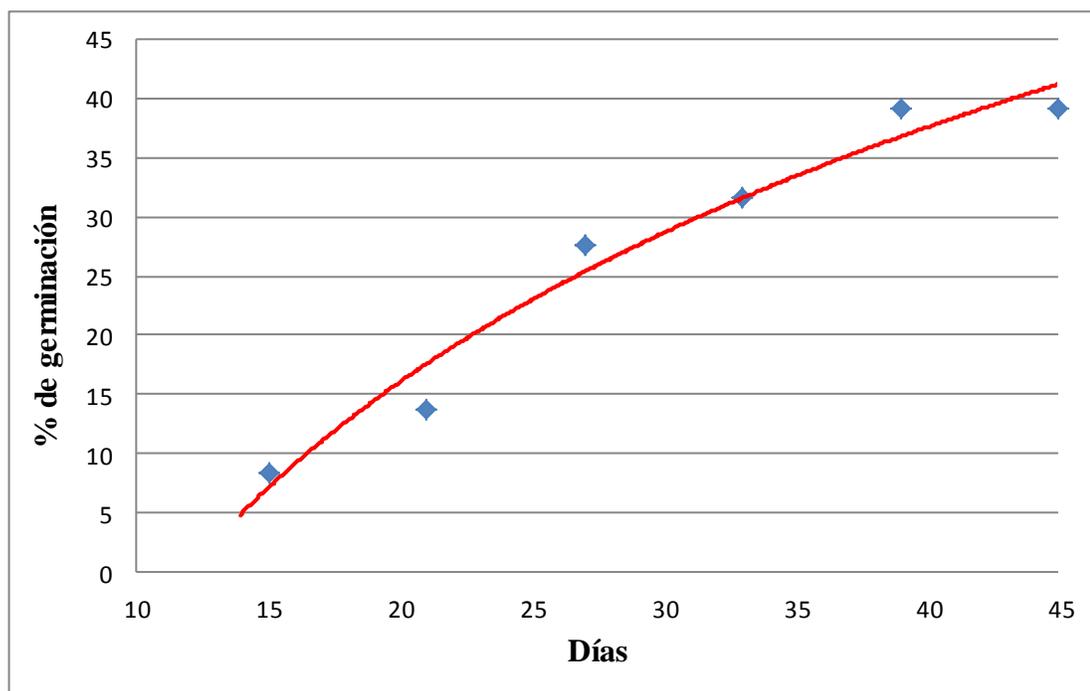
#### 3.1 RESULTADO DE GERMINACIÓN

##### 3.1.1 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

Los datos para el análisis de porcentaje de germinación, se registraron cada seis días durante 39 días, (Ver anexo N° 3).

En la fase de siembra se utilizaron 3012 semillas obteniendo un número total de semillas germinas de 1180 que equivale a un porcentaje de germinación de 39.18 % lo cual es muy bajo a comparación del rótulo de especificaciones (ver anexo N° 9), esto se debe por el largo periodo de almacenaje de las semillas y a diferentes condiciones ambientales.

Gráfica N° 1 Porcentaje de germinación de *Cedrela odorata*



En la gráfica N° 1 podemos observar el porcentaje de germinación que dio inicio a los 15 días después de la siembra culminando a los 39 días todo el proceso de germinación a una temperatura media de 32 °C.

Las primeras semillas germinadas se registraron a los 15 días de la siembra con un porcentaje de 8.4%, obteniendo el porcentaje más notable de 13.84 % exactamente a los 27 días.

Se puede observar que a los 33 días de registro se obtuvo un porcentaje de 3.95 % siendo el más bajo a comparación de los demás días, así terminando el proceso de germinación a los 39 días después de la siembra con un porcentaje de 39.18 %.

El bajo porcentaje de germinación se debe a los diferentes cambios de temperatura en el ambiente donde se almaceno la semilla, como también así ha influenciado la viabilidad de la semilla por el largo periodo de almacenamiento

### 3.2 PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA

Para el cálculo del porcentaje de sobrevivencia se trabajó con el registro de la mortandad que presenta cada tratamiento.

#### Cuadro N° 2 Porcentaje de sobrevivencia

<b>Tratamientos</b>	<b>N° de plántulas ensayadas</b>	<b>Plántulas muertas</b>	<b>% de sobrevivencia</b>
<b>T-1 (Tubete)</b>	288	35	87,8
<b>T-2 (Jiffy)</b>	288	5	98,3
<b>T-3 (Bolsa)</b>	288	18	93,8

En el cuadro N° 1 que se muestra anteriormente se puede observar la mortandad que presenta cada tratamiento, como también el cálculo del porcentaje de sobrevivencia para cada tratamiento.

El tratamiento T-2 (jiffys) es el que tiene mayor porcentaje de sobrevivencia de 98.3 % registrado a los 112 días de evaluación lo cual implica mayor obtención de plántones estas diferencias se debe a la composición del sustrato que contiene el macetero.

Se obtuvo un porcentaje de sobrevivencia de 93.8 % en el tratamiento T-3 (bolsas) lo cual la mortalidad se dio por factores naturales el viento y el sol que llegan afectar de manera directa a los plántones.

El tratamiento T-1 (tubetes) es el que presenta menor porcentaje de sobrevivencia de 87.8 % lo cual la mortalidad fue afectada por los rayos del sol que llegan a calentar los contenedores de manera directa y contienen una mínima cantidad de sustrato por las dimensiones del Tubete.

### 3.3 EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO DE PLANTONES

#### 3.3.1 CRECIMIENTO EN ALTURA DE LOS PLANTONES

La medición de la altura de los plántones se realizó cinco veces, empezando el 10 de agosto donde se realizó el repique, la segunda medición se realizó a los 28 días luego se trasladó del invernadero hacia una platabanda al aire libre así sucesivamente se registraron datos en cinco oportunidades finalizando el 30 de noviembre del 2015 por lo cual para el análisis de varianza solo se utilizó los datos de la última medición ya que son más significativos.

Fuentes de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft	
					5%	1%
<b>Total</b>	8	379839.04				
<b>Tratamiento</b>	2	324495.92	162247.96	14.11*	6.94	18.0
<b>Bloques</b>	2	9354.85	4677.42	0.41Ns	6.94	18.0
<b>Error</b>	4	45988.27	11497.07			

El análisis de varianza nos indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos ya que  $F_c$  es mayor que  $F_t$  al 5 % de probabilidad, por lo cual rechazamos la hipótesis nula, recurrimos a una prueba de comparación de medias para poder recomendar el mejor tratamiento.

### Prueba de tukey

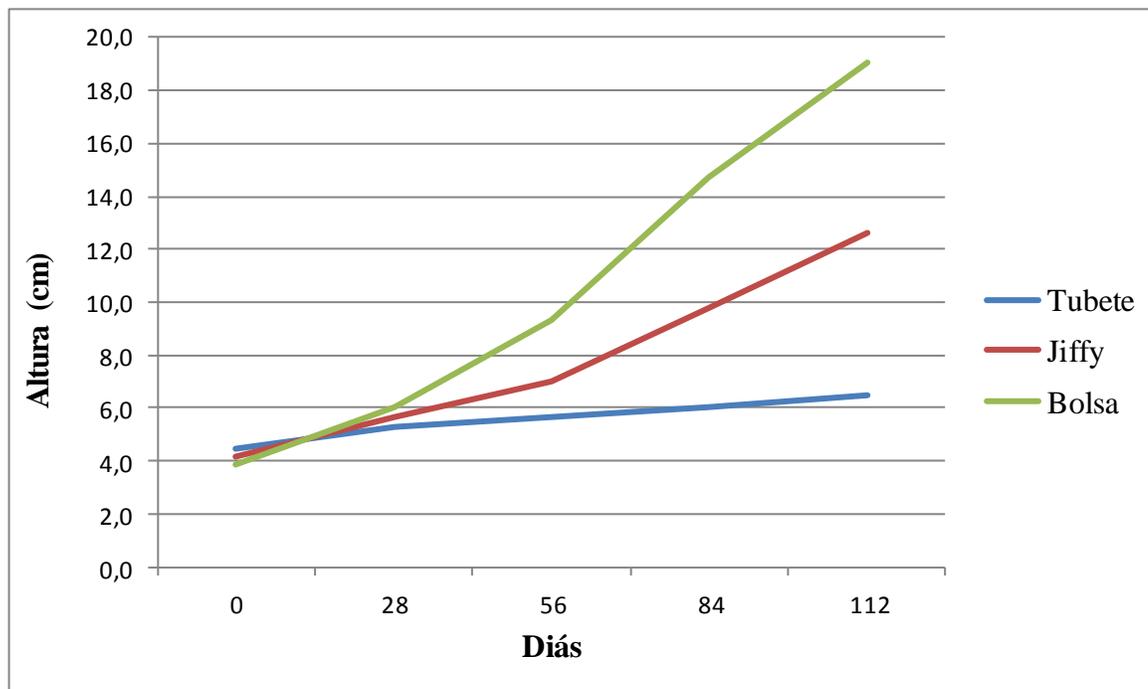
$$T = q * Sx$$

$$T = 5.04 * 61.91 = 312.03$$

TRATAMIENTO	MEDIA
<b>T-3 (Bolsa)</b>	686,67
<b>T-2 (Jiffy)</b>	454,07
<b>T-1 (Tubete)</b>	232,20

	<b>686.67</b>	<b>454.07</b>
<b>232.20</b>	454.47 *	221.87 Ns
<b>454.07</b>	232.60 Ns	

En esta tabla podemos apreciar que efectivamente existen diferencias significativas entre los tratamientos utilizados, de acuerdo a este análisis en cuanto a la altura de los plántones podemos decir que T-3 (bolsas) tiene el mejor desarrollo en altura seguido de T-2 (jiffys).

Gráfica N° 2 Crecimiento en altura de *Cedrela odorata*

### 3.3.2 CRECIMIENTO EN DIÁMETRO DE LOS PLANTONES

Fuentes de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Ft	
					5%	1%
<b>Total</b>	8	6746.99				
<b>Tratamiento</b>	2	5490.68	2745.34	34.86**	6.94	18.0
<b>Bloques</b>	2	941.29	470.65	5.98 Ns	6.94	18.0
<b>Error</b>	4	315.01	78.75			

Se concluye que no existen diferencias entre bloques pero existen altas diferencias significativas entre los tratamientos al 5 % y 1 % de probabilidad, por lo cual rechazamos la hipótesis nula, es recomendable hacer una prueba de comparación de medias para recomendar el mejor tratamiento.

### Prueba de tukey

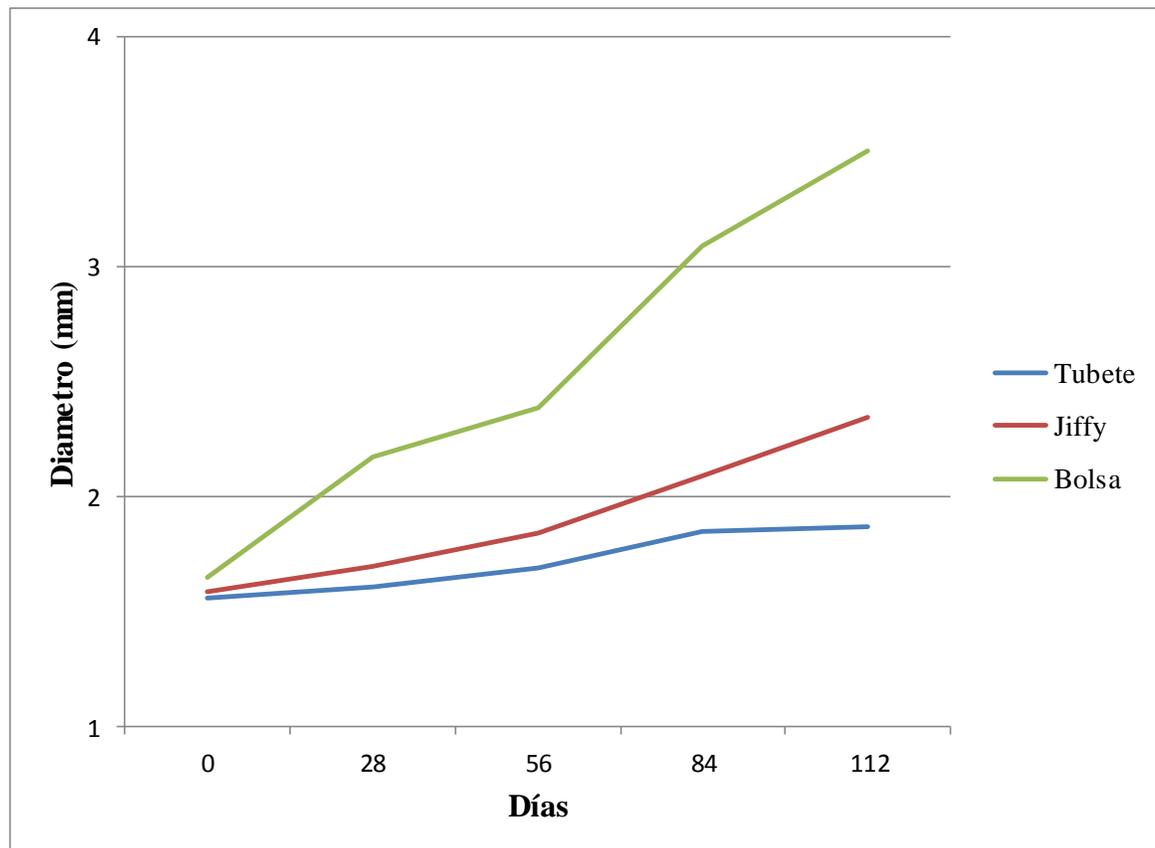
$$T = q * Sx$$

$$T = 5.04 * 5.12 = 25.80$$

TRATAMIENTO	MEDIA
T-3 (Bolsa)	126.03
T-2 (Jiffy)	84,38
T-1 (Tubete)	67.20

	<b>126.03</b>	<b>84.38</b>
<b>67.20</b>	58.83 *	17.18 Ns
<b>84.38</b>	41.65 *	

En esta tabla podemos apreciar que existen diferencias significativas entre los tratamientos utilizados, de acuerdo a este análisis en cuanto a los diámetros de los plantones podemos decir que T-3 (bolsas) tiene el mejor desarrollo en diámetro seguido de T-2 (jiffys).

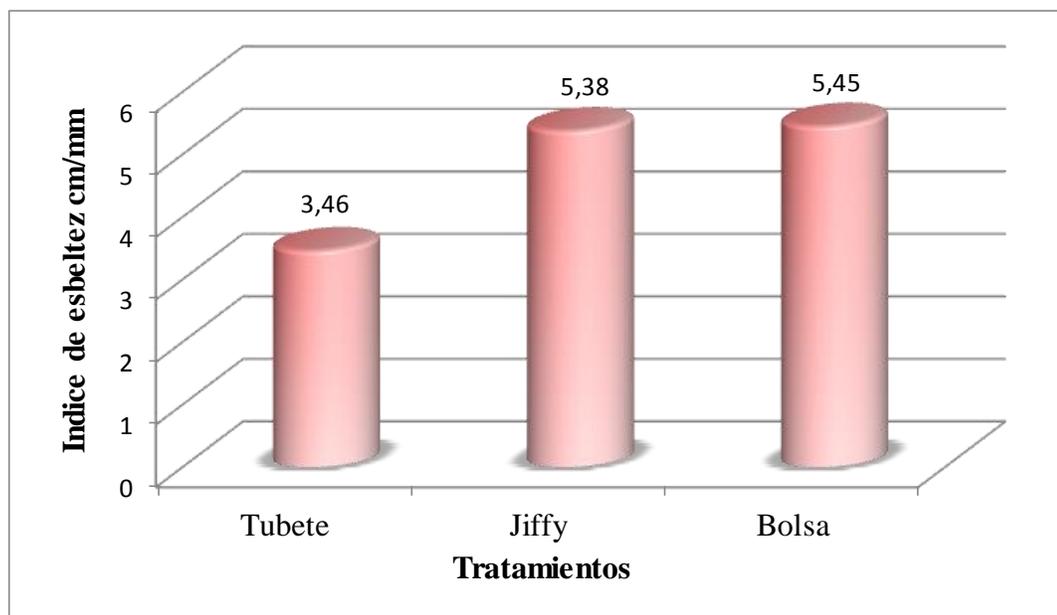
Gráfica N° 3 Crecimiento dimétrico de *Cedrela odorata*

### 3.4 CALIDAD DE LA PLANTA

#### 3.4.1 ÍNDICE DE ESBELTEZ

El índice de esbeltez se determinó con el objetivo de verificar la calidad de la planta por tratamiento evaluado.

**Gráfica N° 4 Calidad de las plantas obtenido a través del índice de esbeltez**



En la gráfica N° 4 podemos observar claramente la diferencia de la calidad de las plantas por tratamiento considerando una planta de calidad valores  $<6,0$  (ver anexo N° 4)

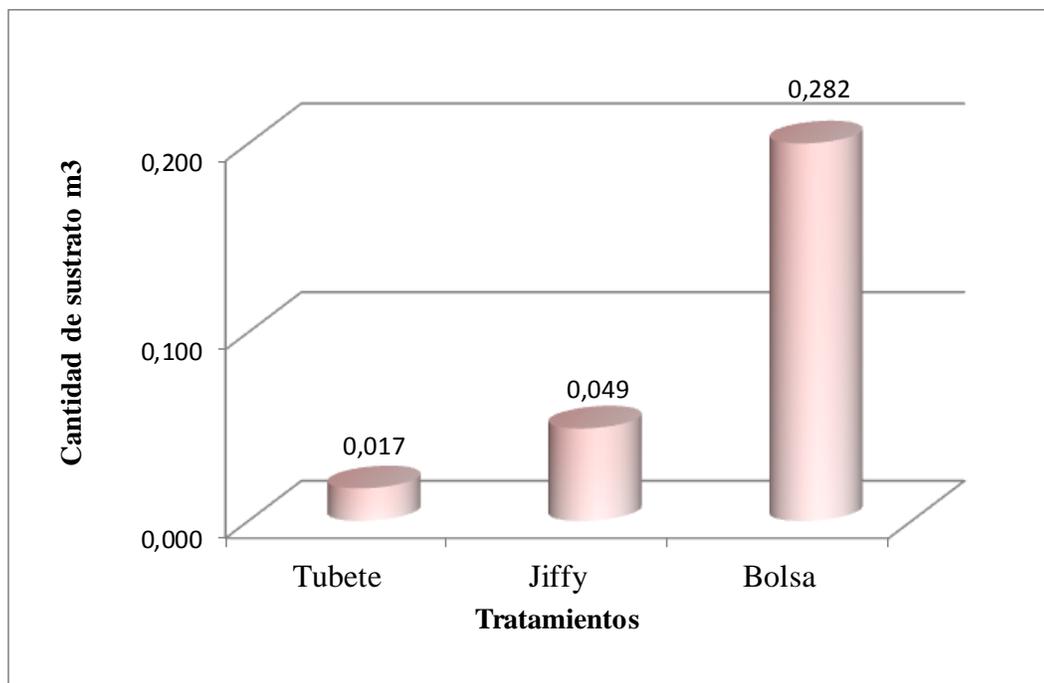
El tratamiento T-1 (tubetes) es el que tiene menos desarrollo en altura y en diámetro porque las dimensiones del macetero no son las adecuadas pero aun así llegan a ser plantas de calidad.

En cuanto al tratamiento T-3 (bolsas) de acuerdo a los datos obtenidos se determinó que es una planta de calidad, porque el índice de esbeltez es menor a 6; seguido del tratamiento T-2 (jiffys) que también llega a ser una planta de calidad.

### 3.5 CANTIDAD DE SUSTRATO

La cantidad de sustrato se calculó por tratamiento, recalcando que los jiffys contienen su propio sustrato.

**Gráfica N° 5 Representación gráfica de la cantidad total de sustrato utilizado.**



Como podemos observar en la gráfica N° 5 los diferentes tratamientos utilizan cantidades variables de sustratos en m<sup>3</sup>.

Es notorio la diferencia que existe entre tratamiento en cuanto a la cantidad de sustrato utilizado, el tratamiento T-3 (bolsas) es el que más cantidad de material necesita para la fase del embolsado llegando a utilizar 0.282 m<sup>3</sup>.

La ventaja del tratamiento T-2 (jiffys) es el que tiene su propio sustrato cien por ciento orgánico.

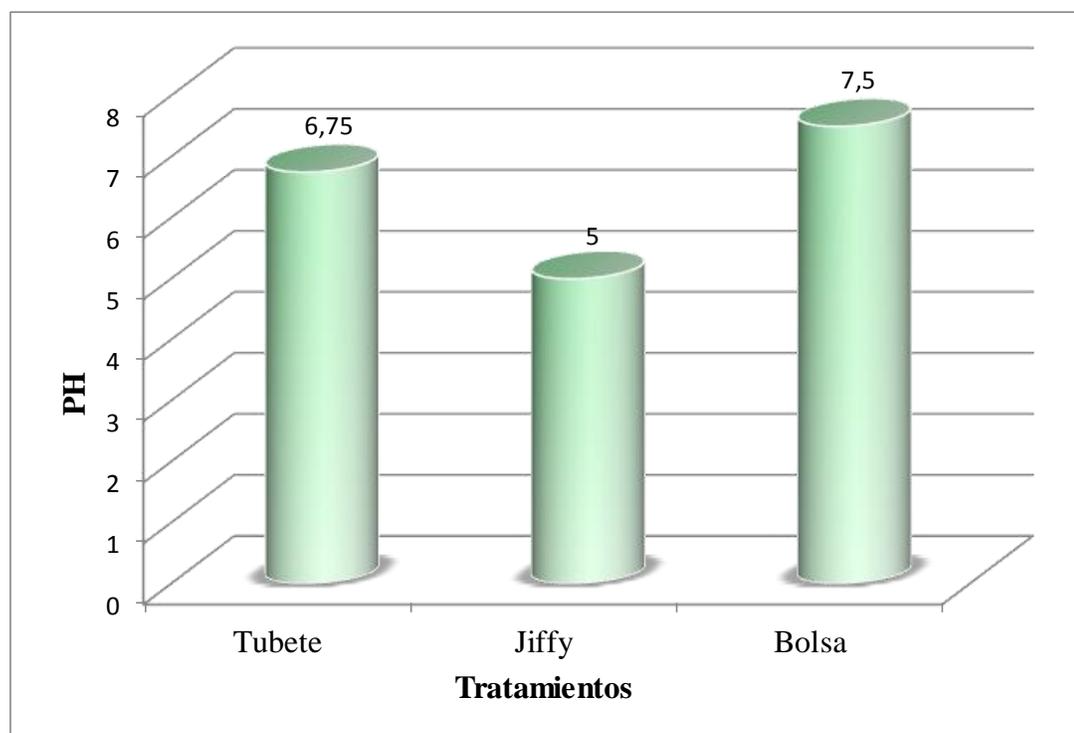
El tratamiento T-1 (tubetes) es el que menor cantidad de sustrato utiliza pero no es suficiente para el desarrollo de las plantas porque necesita mayor cantidad del mismo

para la retención de humedad y se debe mantener bajo sombra para evitar la excesiva pérdida de humedad.

### 3.6 CALIDAD DE SUSTRATO

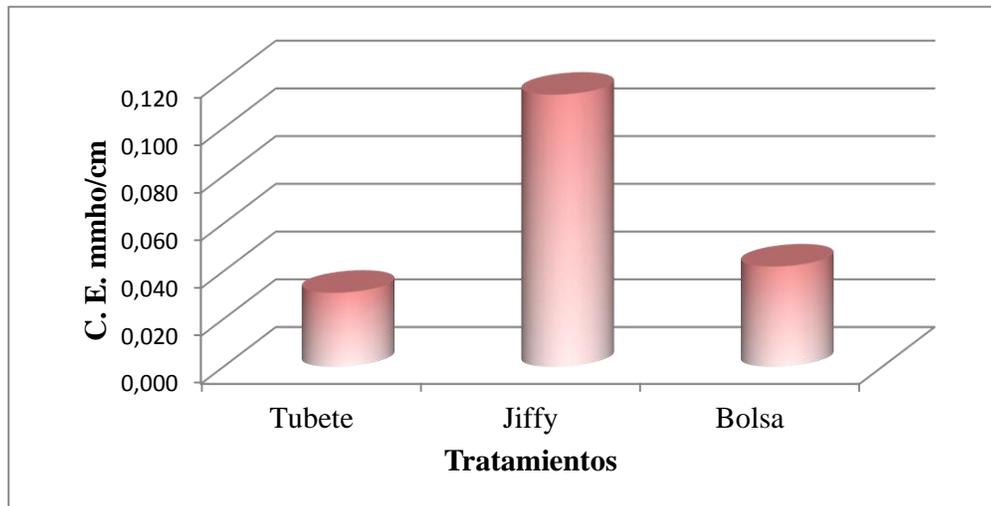
El análisis que se realizó fue para evaluar la cantidad de componentes químicos que presenta cada tratamiento y así determinar cuál es el más apto para un desarrollo vigoroso de las plantas.

**Gráfica N° 6 Análisis del pH**

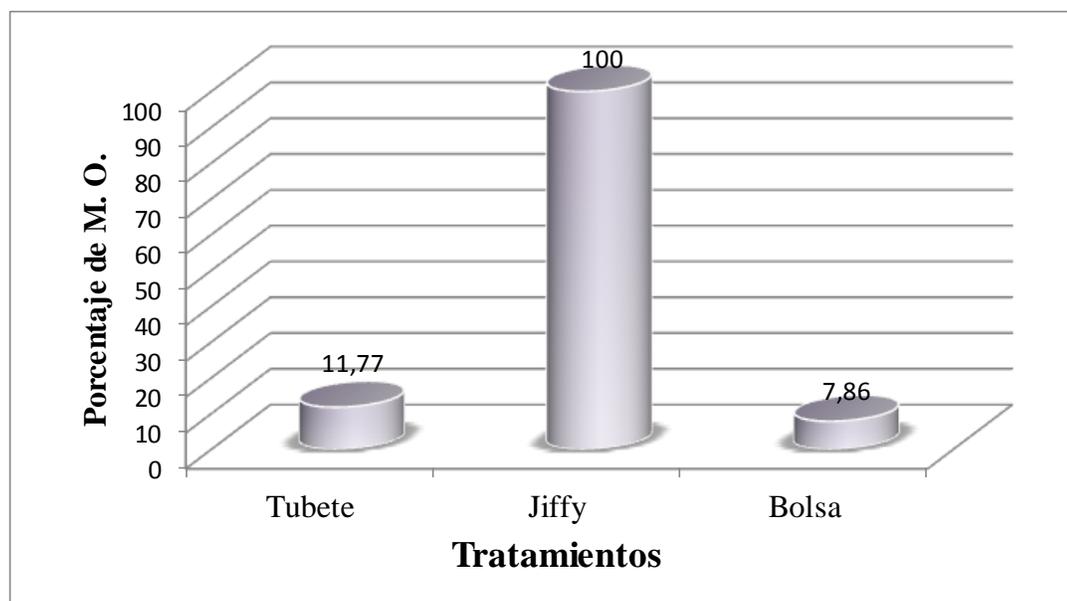


En la gráfica podemos observar que las bolsas presentan un pH débilmente alcalino, los tubetes presentan un PH neutro y los jiffys presentan un pH fuertemente ácido.

Esto se debe a la diferencia de sustrato utilizado por tratamiento porque cada uno presenta su composición específica.

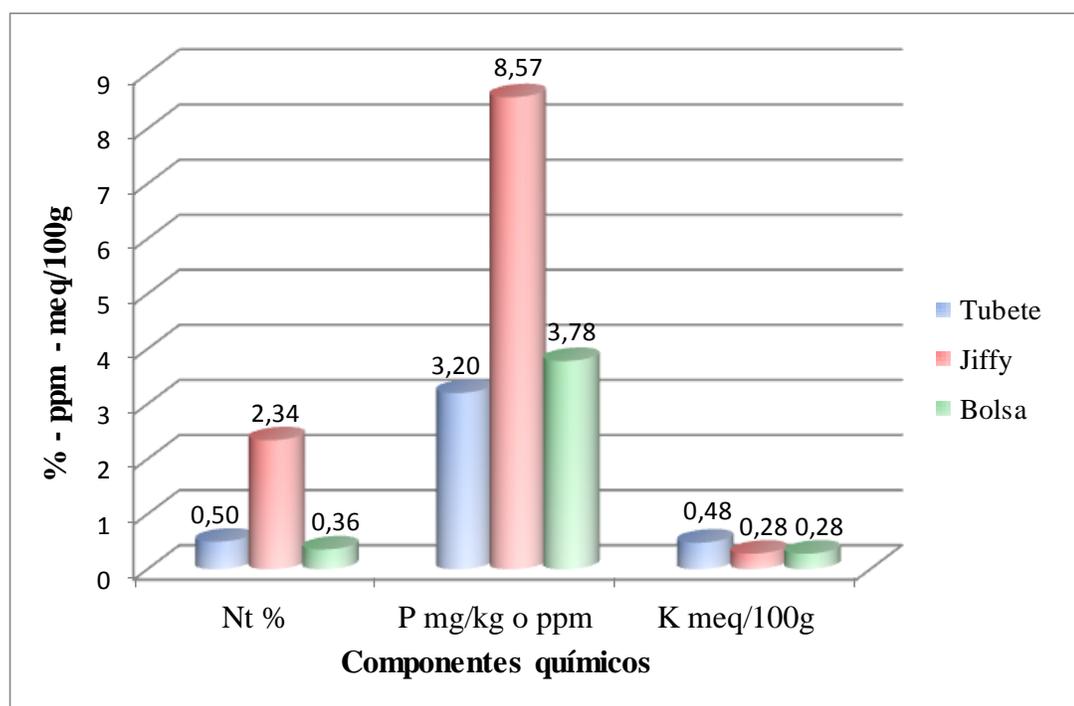
**Gráfica N° 7 Conductividad eléctrica – Salinidad del suelo**

En el tratamiento de jiffy la conductividad eléctrica es significativamente diferente de los demás tratamientos presentando 0.114 mmho/cm por lo cual nos dice que es un sustrato de salinidad fuerte, en cuanto al sustrato de las bolsas presentan una salinidad mediana y los tubetes presentan una salinidad ligera.

**Gráfica N° 8 Porcentaje de materia orgánica**

Como se puede observar en la gráfica la materia orgánica del tratamiento T-3 (bolsas) es de 7,86% siendo el que menos materia orgánica presenta a comparación del tratamiento T-2 (jiffys) que está compuesto del 100 % de materia orgánica esto implica un mayor desarrollo de las plantas por los nutrientes que presenta y el fácil desarrollo de las raíces seguidamente se tiene al tratamiento T-1 (tubetes).

**Gráfica N° 9 Principales componentes químicos del sustrato utilizado en el trabajo de investigación**



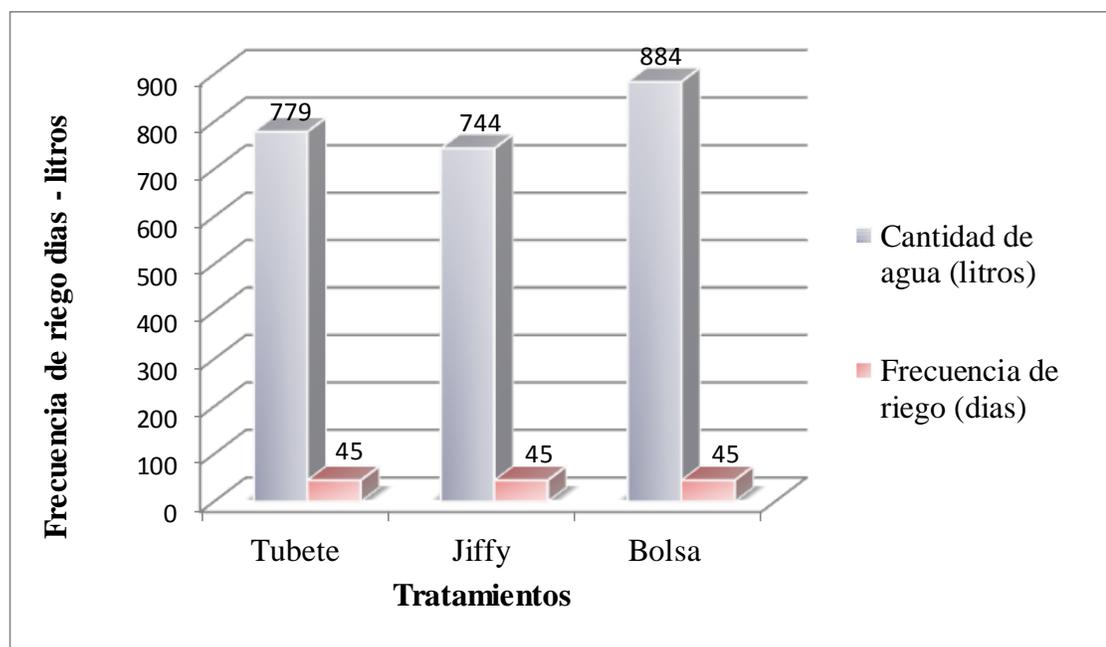
En el caso del fósforo se presenta en mayor proporción en los tres tratamientos por lo cual es un buen indicador, principalmente se puede apreciar en el vigor de las plantas.

El tratamiento T-2 (jiffy) contienen un alto porcentaje de nitrógeno lo cual es significativo para el desarrollo de las plantas e impide el amarillamiento de las hojas como su caída prematura de las mismas; estos síntomas son frecuentes en los órganos jóvenes, la falta de vigor y resistencia de los tejidos vegetales, puesto que se produce por la escases de potasio.

### 3.7 CANTIDAD DE AGUA Y FRECUENCIA DE RIEGO

En la gráfica N° 10 se muestran datos de la cantidad de agua utilizada por tratamiento como también la frecuencia de riego durante todo el trayecto de la investigación.

**Gráfica N° 10 Cantidad de agua en litros y frecuencia de riego**



El trabajo se evaluó durante cuatro meses donde se obtuvieron datos de la cantidad de agua utilizada para el riego de los diferentes tratamientos.

En la respectiva gráfica N° 10 se puede observar que el tratamiento T-3 (bolsas) es el que consume mayor cantidad de agua 884 litros durante todo el periodo de evaluación.

Seguidamente observamos el tratamiento T-1 (tubetes) que en la fase de riego se utilizó 779 litros de agua.

El tratamiento T-2 (jiffys) es el que menos agua consume 744 litros a diferencia de los demás tratamientos durante cuatro meses de evaluación.

Para el cálculo de la frecuencia de riego se tomó en cuenta los días de riego, generalmente se realizó cada dos días, como así también por ocasiones cada tres días y en algunas oportunidades se suministró después de cuatro días, tomando en cuenta las condiciones climáticas pues no todos los días presentan la misma radiación solar.

No hubo diferencias entre tratamientos, se encontró diferencias en los meses de evaluación esto debido a los cambios climáticos que se presentan.

### 3.8 COSTOS ECONÓMICOS DE PRODUCCIÓN

Los costos de producción se calcularon de acuerdo a la siguiente tabla.

**CUADRO N° 3 COSTOS DE PRODUCCIÓN EN Bs POR TRATAMIENTO**

	<b>TUBETES</b>	<b>JIFFYS</b>	<b>BOLSAS</b>
<b>COSTO DE PRODUCCIÓN</b>	<b>858,42</b>	<b>1073,17</b>	<b>908,40</b>
COSTO UNITARIO	2,98	3,73	3,15
PRECIO DE VENTA	4,26	5,32	4,51
VALOR PRESENTE DE INGRESOS	<b>1226,31</b>	<b>1533,10</b>	<b>1297,72</b>
UTILIDAD TOTAL	<b>367,90</b>	<b>459,90</b>	<b>389,30</b>
RELACIÓN COSTO/BENEFICIO	1,43	1,43	1,43

Se determinó la utilidad total de la producción por tratamiento por lo cual el T-1 (tubete) es el que tiene menor inversión y genera menor ganancia de Bs 367,90 para 288 plantas, el tratamiento T-2 (jiffy) tiene mayor inversión y genera Bs 459,90 de ganancia siendo el mejor tratamiento, T-3 (bolsas) solo genera Bs 389,30 de ganancia.

La relación de costo/beneficio es de Bs 1.43 para los tres tratamientos.

**CAPÍTULO IV**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- El porcentaje de germinación registrado a los 15 días después de haberse ejecutado la siembra fue de 8.40 %, a los 27 días se registró 27.62 % llegando a obtener un porcentaje total de germinación de 39.18 % a los 39 días.
- Del total de las plantas repicadas en tubetes, jiffys y bolsas se obtuvo una mortandad de 6.7 % demostrando que es muy significativo en un ensayo de crecimiento en fase de vivero.
- En el análisis de varianza respecto a los datos de altura demostró que existen diferencias entre tratamientos, así también se observó diferencias significativas en los diámetros, el tratamiento T-3 (bolsas) es el que presenta mejor desarrollo en altura y diámetro, en cuanto a los bloques no existen diferencias significativas.
- Para el tratamiento T-3 (bolsas) se necesita  $0.232 \text{ m}^3$  de sustrato a diferencia del T-1 (tubete) es altamente significativa tan solo necesita  $0.017 \text{ m}^3$  de sustrato, el T-2 (jiffy) contiene su propio sustrato para hacer una comparación con los demás tratamientos se calculó la cantidad que contiene, es de  $0.049 \text{ m}^3$  esto demuestra que la cantidad de sustrato en los tubetes no es suficiente para satisfacer las necesidades nutritivas del cedro colorado en su crecimiento en vivero durante los cuatro primeros meses.
- En cuanto al análisis químico del sustrato el tratamiento T-2 (jiffys) es el que presenta un sustrato del 100 % de materia orgánica caracterizándose como el mejor sustrato, seguido del tratamiento T-1 (tubete) que contiene 11.77 % de

materia orgánica, en cambio el sustrato usado en las macetas tradicionales de polietileno reporta un 7.86 % de materia orgánica.

- La mayor cantidad de agua utilizada fue para el tratamiento T-3 (bolsas) llegando a utilizar 884 litros en una frecuencia de 45 veces de riego durante los cuatro meses de evaluación; para los tubetes se utilizó 779 litros y para los jiffys se utilizó 744 litros de agua.
  
- El mayor valor de ingresos se obtiene produciendo en jiffys con 459.90 Bs siendo altamente significativo con respecto a los otros tratamientos que representan Bs 367.90 en tubetes y Bs 389.30 en bolsas respectivamente.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda profundizar este estudio con otras tecnologías de producción para poder contar con más datos sobre las alternativas de producción a mayor escala y a un costo mínimo.
- El estudio se debe aplicar a diferentes tipos de especies forestales con fines de repoblado y obtención de plántones con buenas características fisiológicas además de adquirir conocimientos en la calidad de sustrato que contienen, siendo más recomendable el tratamiento T-3 (bolsas) presentando un pH de 7.5, los tubetes un pH de 6.75 y los jiffys presentan un pH de 5.
- Se debe registrar el lugar de procedencia de la semilla en caso de tener fracasos durante el proceso de germinación para poder validar o rechazar la misma.
- Se recomienda emplear una media sombra a objeto de brindar una protección o resguardo de una plantación en fase de vivero durante los primeros días.
- Se recomienda utilizar la nueva tecnología de producción pastilla Jiffy siendo la que genera mayor ingreso de Bs 459.90 con un costo unitario de Bs 3.73 respecto a los demás tratamientos, en bolsas se obtuvo un ingreso de Bs 389.30 con un costo unitario de Bs 3.15 y en tubetes Bs 367.89 con un costo unitario de Bs 2.98, lo cual genera mayor ganancia de producción validado por el índice de esbeltez.