

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

### 1.1. INTRODUCCION

Aproximadamente unos 300 millones {75%} de hectáreas de las regiones áridas, semiáridas y del trópico seco de América latina y el Caribe, están siendo afectados por el proceso de desertificación o degradación de tierras. (FAO 2005).

Entre los recursos forestales de las zonas áridas sobresale la presencia del algarrobo, cubriendo áreas desérticas y semidesérticas , siendo apreciado y buscados por los diferentes usos que se le da a las hojas, como forraje, las flores en la apicultura, los frutos para la obtención de algarrobina, alcohol, semillas, madera para mangos de herramientas, leña y carbón. La preservación de los bosques secos del departamento de Tarija, que tiene como su mejor exponente al género *Prosopis*, constituye un imperativo impostergable como única posibilidad viable en la lucha contra la desertificación. Los bosques de algarrobo (*Prosopis alba*) están siendo diezmados, debido a diferentes factores como: la tala indiscriminada, sobre pastoreo y una de sus causas bien notorias es su difícil regeneración por el hecho de que la testa de sus semillas es dura y la escasa precipitación, son algunas de las causas por el cual la germinación es baja a escasa. (MUÑOZ. 2014)

La influencia de los sustratos a emplear para el estudio son muy importantes para el desarrollo de la planta, ya que de ahí se obtendrán los resultados del presente trabajo, del proceso de la germinación, el sustrato actuará como una condición de apoyo donde las semillas germinaran, proporcionando condiciones adecuadas para el proceso de desarrollo y crecimiento de las plántulas (FIGLIOLA et al 1993).

Típicamente los sustratos comerciales tienen características físico químicas adecuadas para la formación inicial de diversos tipos, pero el alto costo podrían impedir su uso por el productor, por lo tanto, la elección del sustrato debe hacerse teniendo en cuenta la facilidad en la obtención, los métodos de preparación, la formulación y costo de la misma (DAMMER et al 2007).

La necesidad para la propagación del algarrobo es para recuperar e incrementar áreas de bosque, reducir las áreas desérticas, realizar proyectos de forestación y reforestación, como esta especie se ve limitada debido a las características constitutivas de la semilla que hacen que tenga una propagación lenta y difícil. Es una de las razones que motiva la presente investigación para realizar el análisis germinativo de la semilla botánica de esta especie empleando diversos sustratos para su desarrollo.

## **1.2. JUSTIFICACION**

Uno de los problemas actuales del cultivo del algarrobo es la calidad de la semilla utilizada para la producción de plantines destinados a plantación. A pesar de existir algarrobales en el Valle Central de Tarija, constituidos por individuos de excelente forma, buena sanidad y crecimiento; el material de propagación que se obtiene de ellos muestra ser sumamente variable. Esta alta segregación impide fijar en la descendencia las buenas características de los árboles semilleros seleccionados, disminuyendo significativamente, o haciendo totalmente nula la ganancia genética esperada de la selección realizada.

## **1.3. HIPOTESIS**

La adición del aserrín, abono orgánico y guano de chivo mejorarán las características físicas y químicas del sustrato, y así influirá directamente de alguna manera en el desarrollo y crecimiento del algarrobo para la producción de plantones de buena calidad aptos para ser implantados.

## **1.4. OBJETIVO GENERAL**

- Determinar cuál de los diferentes sustratos será el ideal (aserrín, materia orgánica, guano de chivo), en el proceso de desarrollo de los plantones de algarrobo (*Prosopis alba*), en la fase de vivero en el departamento de Tarija, Provincia Cercado.

## 1.5. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el porcentaje de germinación de las semillas de (*Prosopis alba Griseb*) en los diferentes sustratos aplicando la norma ISTA.
- Determinar las propiedades físicas y químicas de los sustratos como aporte en cuanto a la germinación y al crecimiento de los plantones de algarrobo en fase de vivero.
- Evaluar el crecimiento, en diámetro y altura de los plantones en los diferentes tipos de sustratos como también la consistencia de los mismos para su fácil manejo en el trasplante, y así obtener individuos de calidad aptos para ser implantados.

## CAPITULO II

### REVISION BIBLIOGRAFICA

#### 2.1. PROBLEMÁTICA DEL ESTADO DE LOS BOSQUES

Poco a poco la ganadería y los cultivos limpios se han apoderado de las tierras de esta región llevando al punto de extinguir relictos boscosos que existían en la ribera de las principales cuencas, que estructuraban unos excelentes senderos ecológicos que facilitaban el hábitat a la fauna existente y como barreras protectoras de los cuerpos de agua. (AGRI Y GAN. 2009).

Los bosques naturales han sido fragmentados por la tala indiscriminada de maderas comerciales lo que repercute en una pérdida parcial de las riquezas naturales conllevándole progresivamente a la extinción de muchas especies valiosas que se dan perfectamente en lugares con escasas de humedad, siendo esto es un problema para el ecosistema, lo ideal sería de implementar mas algarrobos en zonas áridas en donde se necesite repoblación. (B. ANDINO 2015)

#### 2.2. DESCRIPCION DEL ALGARROBO BLANCO

El *algarrobo* es una especie tradicional de zonas con clima mediterráneo marítimo, de gran rusticidad y capaz de adaptarse a diversas condiciones edáficas.

Se desarrolla y vegeta bien en zonas costeras donde existe escasa o nula incidencia de heladas y en altitudes inferiores a los 600 m. Suele vivir, como individuo espontaneo y aislado, en suelos secos y poco fértiles, en laderas soleadas y bañadas por la brisa marina.

Soporta las temperaturas elevadas al 40°C y los vientos cálidos y secos, pero le perjudica particularmente la humedad ambiental excesiva durante la floración, las temperaturas por debajo de los 4°C pueden dañar a los arboles jóvenes, los brotes e inflorescencias en los adultos.

Es poco exigente en los suelos, adaptándose a los terrenos calcáreos, alcalinos, pedregosos y con frecuentes déficits hídricos, mientras que los arcillosos, mal drenados y que se encharcan con facilidad, no son aconsejables para su cultivo, ya que le

provocan clorosis. Se considera una especie colonizadora, que revaloriza los suelos degradados. (BADAJOZ. 1.999).

El Algarrobo blanco, es un árbol de madera bastante rustico con un promedio de 4 a 16 m. de altura con espinas largas y rectas, su fruto es una vaina que produce semillas, crece en zonas desérticas desde los 200 – 1,500 msnm. Hasta las vertientes andinas, se encuentra en Perú, Argentina, Chile, Bolivia, Paraguay y EE.UU. Es tolerante a periodos duraderos de sequía y a la sal gracias a su sistema radicular que se desarrolla a grandes profundidades de la capa freática. Hoy en día en nuestro país lo utilizan para leña, vigas, postes, etc. Sus hojas y vainas sirven como alimento forrajero para los animales y ellos mismos se encargan de la diseminación de las semillas dando lugar al desarrollo nuevas plantas. Esta especie se encuentra en peligro de extinción por el uso excesivo de leña, la venta ilegal de carbón y la tala indiscriminada del bosque. (ROLLIN C. 2014).

Las hojas son bipinnadas, alternas y fasciculadas, con 1-3 pares de pinnas; 20-40 pares de foliólulos diminutos de 3-7 x 1-2 mm, oblongos y las flores blanco-verdosas, de 3-5 mm, agrupadas en número de 20 o más en espigas cilíndricas de 4-9 cm. El fruto es una vaina también llamada ("chaucha") de 10-18x1 cm, carnosas, muy dulce, amarilla con manchas moradas, generalmente recta, poco gruesa y aplanada; con 10-20 semillas elipsoides, el fruto carnosos al secarse y molerse sirve para producir harina como también bebida alcohólica (aloja) después de su fermentación. Los árboles florecen en septiembre y en octubre, y fructifican de noviembre a marzo. (FAO 2011).

### 2.3. DESCRIPCION BOTANICA DEL ALGAROBO

<b>Reino:</b> Plantae
<b>División:</b> Fanerógama Magnoliophyta
<b>Clase:</b> Dicotiledónea Magnoliopsida
<b>Orden:</b> Fabales
<b>Familia:</b> Fabaceae
<b>Subfamilia:</b> Mimosoidae
<b>Género:</b> Prosopis
<b>Especie:</b> Prosopis alba Griseb

(WIKIDATA.ORG 2018)

## 2.4. DISTRIBUCION

La especie tiene como límites de distribución al sur de Argentina, y se extiende hacia el norte del país, ocupando parte del Chaco Paraguayo y Boliviano. También se distribuyen al sur de Chile y Perú, donde las precipitaciones están en un rango que va desde los 450 mm a 1600 mm, mientras que en el norte superan los 1100 mm, soportando así temperaturas muy elevadas y también heladas no muy fuertes. (FAO 2004.)

## 2.5. USOS DEL ALGARROBO

**Alimento:** Los frutos también llamados algarrobas, contienen altos índices de azúcares, proteínas, minerales, vitaminas y fibras, con ellas se fabrica la algarrobina que es un energizante natural de alto contenido proteínico.

Se obtiene harina de las vainas al ser secadas y trituradas, dando lugar a la elaboración de panes y tortas, también se elabora chicha y bebidas fermentadas como la aloja, para obtención de estos derivados se ponen los frutos machacados para acelerar el proceso de la fermentación como frutos masticados en agua.

**Forraje:** Cuando las hojas caen al suelo son consumidas inmediatamente por el ganado y animales de corral del lugar, principalmente, los frutos son empleados como alimento, y suelen también sustituir el maíz y el salvado de trigo en la dieta de los animales.

**Apicultura:** El algarrobo es una especie melífera por naturaleza, las flores son un excelente recurso para la producción de miel, jalea, polen y cera.

**Madera:** Esta especie posee una madera muy dura, que también es usada en las carpinterías para la construcción de viviendas rurales, puertas, vigas, umbrales y bancas.

**Agroforestería:** Se la emplea como cortinas rompevientos, también para cercos agrícolas y como aporte para brindar sombra y cobijo para los animales.

**Abono orgánico:** Las hojas caídas al descomponerse son utilizadas como abono natural orgánico en algunos cultivos.

**Ambiental:** Por su capacidad para fijar nitrógeno gracias a su copa amplia, las hojas y ramas se utilizan como materia vegetal para fertilizantes de las pasturas que son destinadas para el ganado.

**Medicinal:** La algarrobina, una vez hervidas las algarrobas, se prensan. El extracto resultante es filtrado y se somete después a evaporación para llegar a un resultado final de carácter viscoso. Es un gran alimento por sus propiedades vitamínicas y proteicas.

(CRUZ M. 2015)

## **2.6. INFORMACION NUTRICIONAL DE LA ALGARROBA**

Por cada 100 g de algarroba se obtienen:

- 10 % de proteínas
- 67 % de carbohidratos totales
- 50% de azúcares naturales
- 315 calorías
- 11.5 % de fibra no soluble
- 0.5 % de fibra dietética soluble
- Vitamina B6 2 mg./kg.

(EQUESTRIAN. 2010)

## **2.7. FLORACION Y FRUCTIFICACION DEL ALGARROBO BLANCO**

Florece en verano, es una especie que presenta individuos con flores masculinas, femeninas y hermafroditas. Están agrupadas en inflorescencias de hasta 50 flores dispuestas en espiral a lo largo de un eje central. El número de flores por inflorescencias femeninas es 17 mientras que las hermafroditas presentan 21 y las masculinas entre 25 y 44.

Las flores hermafroditas presentan 5 estambres en torno a este disco, en el centro del cual se sitúa el pistilo, formado por un ovario multi ovulado, estilo corto y un estigma relativamente grande. Durante el desarrollo, el carácter hermafrodita latente de las flores puede modificarse, ya que unas veces se atrofian los estambres y otras los ovarios, dando lugar a los tipos florales femenino y masculino, respectivamente.

El fruto es una vaina coriácea de color castaño oscuro, de entre 10 a 20 cm o a veces de más longitud, esta tiene una pulpa gomosa dulce y arenosa que albergan a las semillas, parecidas a una lenteja grande.

El fruto es de aspecto comprimido, indehiscentes, de color verde cuando no han alcanzado su madurez, y pardas cuando ya están maduras, o sea, a finales de verano.

## **2.8. CARACTERISTICAS DE LA SEMILLA FORESTAL**

La semilla es el órgano de propagación dominante en la naturaleza vegetal, es muy especializado, y para su estudio se debe tener en cuenta diferentes factores que influyen

en el desarrollo de esta. La semilla es el medio por el cual la gran mayoría de los árboles se propagan de generación a generación.

La floración varía siempre entre los órganos jóvenes o maduros, las especies presentan un periodo juvenil de inmadurez sexual, que varía dentro de la madurez.

**El tipo de polinización del algarrobo:** Se conoce como auto polinización lo que ocurre dentro de la misma flor, o también polinización cruzada, que ocurre entre dos flores siendo estas de la misma planta denominándose así hermafroditas.

**El desarrollo del embrión:** Esto ocurre en la fecundación, donde este se desarrolla, y puede tardar entre 1 y 2 años. Algunas semillas necesitan una post-maduración que se realiza por medio de estudio de laboratorio y se conoce como estratificación en frío que consiste tratando la semilla a temperaturas bajas para poder germinar, en la naturaleza esto se produce al llegar el invierno (IDALGO. 2018)

### **2.8.1. SIEMBRA Y GERMINACION**

Aunque las semillas de algarrobo no requieren ningún tratamiento, se recomienda hidratarlas durante 18 a 24 horas para obtener una germinación más homogénea.

La potencia germinativa de semillas frescas varía de acuerdo a la temperatura, oxigenación, luminosidad y especialmente la humedad. (CORANTIOQUIA, 2007).

### **2.8.2. ESTRUCTURA DE LA SEMILLA**

Se pueden observar diferentes partes en una semilla. El embrión se origina en la fusión de un núcleo generativo del grano de polen con la ovocélula que está en el saco embrionario. La célula diploide resultante de la fecundación comienza con una primera mitosis que dará dos células. La célula más interna será la responsable de formar el embrión, la más externa todavía y por diversas divisiones mitóticas siempre transversales forma una estructura denominada suspensor que tiene como misión unir el embrión a los demás tejidos del rudimento embrionario. En el caso de las semillas dicotiledóneas la célula que forma inicialmente el embrión se divide en dos por medio de un tabique longitudinal, separando los futuros cotiledones.

**El endospermo secundario:** Procede de la fusión de un núcleo generativo con los dos núcleos centrales del saco embrionario formando un tejido triploide, esto ocurre en las gimnospermas el tejido nutritivo es haploide y se denomina endospermo primario. El

endospermo es un tejido de reserva que proporciona nutrientes al embrión y durante las primeras fases del desarrollo de la planta. En cualquier caso las células nutricias almacenas granos de almidón o proteínas que pueden formar gránulos amorfos llamados glútenes o complejos proteicos cristalizados llamados granos de aleurona.

**Cubierta de la semilla:** Las cubiertas protectoras de la semillas se originan principalmente a partir de los tegumentos internos y externos del rudimento seminal que se convertirán en el tegumento y la testa de la semilla, respectivamente, conjuntamente se denominan epispermo o cubierta seminal (GALLEGOS. 2011)

### **2.8.3. CALIDAD DE LA SEMILLA**

La información de confiabilidad sobre la calidad de la semilla es muy importante para las diferentes actividades tales como ser: recolección, procesamientos, monitoreo de la calidad del producto, el comercio, almacenamiento y la siembra. Es por eso que se necesitan métodos y análisis que sean confiables y estandarizados para asegurar resultados uniformes y replicables.

Se realizarán las siguientes pruebas que incluyen el contenido de humedad, la pureza, el peso de la semilla, el porcentaje de germinación y el valor cultural de la semilla ya que esta información será de suma importancia para el usuario.

### **2.8.4. PRODUCCION DE PLANTONES EN VIVEROS FORESTALES**

Las plantas producidas en vivero, generalmente, tienen mejor prendimiento y mayor crecimiento una vez llevadas al sitio de plantación. Esto se debe a dos razones fundamentales. Primero, en el vivero es posible proveer a las plántulas del agua y los nutrientes necesarios de manera controlada, es decir evitar los periodos de estrés que se producen en la naturaleza debido a la fluctuación de las precipitaciones o deficiencias de nutrientes en el suelo. Segundo, en el vivero es posible controlar el desarrollo de las raíces de manera de promover la formación de un sistema fibroso, de gran volumen y relativamente superficial, lo que permite obtener una planta con una relación raíz/tallo mucho más favorable para soportar el trasplante.

El vivero forestal es el lugar destinado a la reproducción de árboles con diversos fines. Su misión es obtener plantas de calidad, que garanticen una buena supervivencia y crecimiento en el lugar donde se establezcan en forma definitiva. La calidad de los

plantines forestales es muy específica y generalmente implica mayores requerimientos que las plantas destinadas a jardinería u horticultura, ya que los pequeños árboles deberán estar en condiciones de arraigarse en un ambiente natural, generalmente adverso, muy distinto a las condiciones optimas recibidas en el vivero o un jardín doméstico. (BUANSCHA et al 2012).

#### **2.8.4.1. ANALISIS DE LA SEMILLA EN LABORATORIO**

##### **2.8.4.2. ANALISIS DE PUREZA**

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

Este análisis nos permitirá determinar:

1. Los componentes de la muestra que serán separados en 3 clases:
  - Semilla pura
  - Otras semillas
  - Materia inerte
2. La identidad de cada uno de los componentes.
3. Cuantificar en % la presencia de los componentes.

La pureza se la calcula mediante la fórmula:

$$\% \text{ pureza} = \frac{\text{peso de semilla limpia}}{\text{peso total de la muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ material inerte} = \frac{\text{peso material inerte}}{\text{peso total de la muestra}} \times 100$$

##### **2.8.4.3. PESO DE 1000 SEMILLAS**

El objetivo vendría a ser, determinar el peso de 1000 semillas. Esto permitirá calcular en kg el número de semillas, lo cual es muy importante como información para las posteriores actividades en el vivero y para determinar el rendimiento de las plántulas.

Como en la formula siguiente en gr:

$$\text{N}^\circ \text{ de semillas por gr} = \frac{1000}{\text{Peso en gr de 1000 semillas}}$$

Pero si la muestra no contiene 1000 semillas, la formula vendría a ser:

$$\text{N}^\circ \text{ de semillas por gr} = \frac{1000 \times 1000}{\text{Peso en gr de 1000 semillas}}$$

#### 2.8.4.4. PRUEBAS DE GERMINACION

Las pruebas de germinación constan en establecer el número máximo de las semillas que podrán germinar bajo óptimas condiciones de luz, temperatura y humedad. El uso de las condiciones ideales en el laboratorio tal como lo estipula la norma ISTA, esta dice que:

- Las diferencias entre los resultados se pueden describir a diferencias reales entre las muestras de las semillas y no a diferentes métodos de análisis.
- Los resultados que se obtienen para un determinado lote de semillas en un laboratorio, deben ser iguales a los obtenidos en cualquier otro lado. Esto porque los resultados deben ser reproducibles.

La capacidad de germinación nunca será igual a la germinación en el vivero o en el campo, pero en la mayoría de los casos las dos cifras están estrechamente relacionadas. Una serie de pruebas de calidad están disponibles para determinar la habilidad de las semillas a resistir los diversos factores de estrés en el vivero (POULSEN 1993).

#### 2.8.4.5. PORCENTAJE DE GERMINACION

El porcentaje de germinación tiene como objetivo fundamental conocer la capacidad germinativa de la semilla. Esta es una prueba para determinar cuántas semillas pueden llegar a germinar después de sembrarse. Un ejemplo de este análisis, es elegir 100 semillas y se procede a esperar que estas germinen. Luego se toma dato del número de semillas que germinaron y el resultado será un aproximado del porcentaje de germinación de la semilla.

Para conocer el porcentaje de germinación se aplica la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\# \text{ de semillas germinadas}}{\# \text{ Total de semillas ensayadas}} \times 100$$

#### 2.8.4.6. ENERGIA GERMINATIVA

Representa la vitalidad del lote de semillas, se expresa en la velocidad o en porcentaje, se realiza un conteo en la mitad del tiempo establecido para realizar el conteo de poder

germinativo, da la idea en que tan parejo en un lote. Es de gran utilidad ya que los lotes lentos o disparejos tienen menos chance de producir stands satisfactorios en condiciones naturales.

Nunca los valores de energía germinativa o vigor de la semilla pueden superar el % de germinación (BREVEDAN et al 2007).

$$\text{Energía } G. = \frac{\text{Promedio de germinacion max}}{\text{\# total de semillas}} \times 100$$

#### **2.8.4.7. INDICE DE LIGNIFICACION**

Para calcular el IL se hace una relación del peso seco total de la planta (gr) entre el peso húmedo total de la planta (gr), el cual determina el porcentaje de lignificación; siendo la siguiente fórmula:

$$\text{IL} = \frac{\text{peso seco de la planta}}{\text{peso humedo de la planta}} \times 100$$

El Peso seco total de la planta (gr): Se obtendrá de la suma del peso seco (secado en horno a 55 °C por 24 horas) de la parte aérea (tallo y hojas), y el peso seco de la raíz; obtenido este valor al final del periodo de evaluación. Peso húmedo total de la planta (gr): Se obtiene de la suma del peso fresco de la parte aérea (tallo y hojas), y el peso fresco de la raíz; calculado este valor al final de la evaluación. (SAENZ et al., 2010)

#### **2.8.4.8. VALOR CULTURAL**

El valor cultural es un indicador de la calidad de la semilla, lo que indica es la cantidad de semilla pura viva presente, esto quiere decir, la cantidad de semilla con una alta probabilidad de germinación siempre y cuando existan las condiciones de clima y suelo ideales. El VC se calcula multiplicando el porcentaje de pureza por el porcentaje de germinación.

$$\text{V. C.} = \frac{(\%) \text{Pureza} \times (\%) \text{Germinacion}}{100}$$

### **2.9. PRODUCCION Y METODOS DE SIEMBRA**

El primer paso para cualquier programa de producción de plantas forestales tienen como base la actividad en viveros forestales. Estos se definen como lugares que son destinados para la producción de plantas forestales, donde se proporcionan los cuidados

respectivos, para luego ser transportadas a un determinado terreno para su plantación, esto se debe básicamente a que la inversión de recursos es mínima en viveros con respecto a la preparación del sitio, la fertilización y el mantenimiento, además el personal puede tener un mayor control durante el tiempo de producción de las plantas. Tradicionalmente los viveros forestales son clasificados como permanentes y temporales de acuerdo a la permanencia y magnitud de estos.

La siembra se la realiza previamente en semilleros, estas son camas de crecimientos o también en envases individuales, para elegir envases individuales para la siembra se debe escoger un buen medio de germinación y crecimiento, también existen grandes variedades de envases y de diferentes características. En gran parte, el éxito de la siembra dependerá del tipo de linaje (es decir la descendencia de la semilla), como también de la calidad del lote de semillas.

### **2.9.1. METODOS DE SIEMBRA**

Para la siembra siempre se determina las características propias de la planta que se quiere propagar, se cuenta con la información climatológica de la zona o la región, la época de plantación. Se recomienda preferentemente que la siembra se las realice durante la primavera o poco antes, cuando no hay riesgos de heladas, además las temperaturas cálidas favorecen a la germinación y el crecimiento de las plantas, si los inviernos son benignos o las especies por cultivar son resistentes a las bajas temperaturas, la siembra se puede realizar en otoño, para que así mismo se produzca la germinación con éxito de las semillas antes de que empiecen los fríos y así mismo los plántones logren alcanzar las tallas para soportar el invierno (Zavila 2009).

Para el establecimiento de especies forestales y frutales se siembran directamente en las bolsas, introduciendo las semillas a una profundidad dos veces su tamaño. En horticultura es conveniente conocer las técnicas de siembra para obtener los resultados más satisfactorios. Existen 3 métodos para sembrar:

- **Siembra espaciada:** Se siembran 2 a 3 semillas juntas en las macetas o directamente en los hoyos respectivamente alineados en el sustrato.
- **Siembra en surco o chorrillo:** Se trata en sembrar en forma ordenada sobre surcos marcados previamente. La distancia entre surcos debe ser programada según el tamaño que tendrán las plántulas.

- **Siembra a voleo:** Consiste en distribuir la semilla con la mano, en un movimiento en abanico, las semillas caen sin un orden preestablecido.

En este caso utilizaremos el método de siembra espaciada ya que sembraremos 3 semillas alineadas directamente en el sustrato.

## 2.10. LOS SUSTRATOS

Los sustratos son uno de los materiales más usados para cultivos de invernadero. Debido a las diversas fórmulas disponibles para los productores, puede ser todo un desafío escoger la mejor mezcla para los cultivos. Comprender la composición, las funciones y el uso previsto puede facilitar el proceso de selección.

**¿Cuáles son las funciones de los sustratos?** Los sustratos sirven para la retención agua y nutrientes, es un lugar donde los gases y los nutrientes se intercambian y también sirven como anclaje para el sistema radicular de la planta. Estas características físicas de un sustrato están determinadas por los componentes que se usan y la proporción en la que se encuentran en la mezclas. Lo importante es recordar que las características físicas resultantes no son equivalentes a la suma de los ingredientes.

Primero, se revisan los componentes que se utilizan para formular sustratos, luego centrarse en las características de los sustratos y finalmente, veremos los aditivos biológicos.

Los componentes de los sustratos pueden ser orgánicos o inorgánicos. Los componentes orgánicos son, entre otros, *turba de musgo, corteza de árboles, coco en trozos, cáscaras de arroz*, etc. Los componentes inorgánicos son, entre otros, *perlita, piedra pómez, vermiculita, arena, hidrogel*, etc. Algunos de estos componentes retienen el agua sobre sus superficies, otros la retienen dentro de sus estructuras y otros como la perlita retienen muy poca agua comparado con otros componentes.

Puede variar la capacidad de retención de agua y la estructura física de un tipo de ingrediente específico según su origen y la forma de procesarlo. Por ejemplo, la fuente y la estructura de la corteza pueden variar en gran medida según cómo se procesa, envejece, composta y criba. Esto también se aplica para la turba de musgo. La turba de musgo fibrosa de color marrón claro tiene una estructura porosa y puede retener hasta 16 veces su peso en agua. Sin embargo, si la misma turba de musgo es procesada hasta lograr partículas finas, la retención de agua fácilmente aprovechable puede disminuir a la mitad, así mismo, se reduce drásticamente la aireación.

Al mezclar un sustrato, los materiales base deben ser consistentes para producir un sustrato de calidad y predecible. Es importante conocer la estructura y las propiedades químicas y físicas de los ingredientes que utiliza para garantizar que la mezcla de sustrato que produzca sea la misma, lote tras lote.

### 2.10.1. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LOS SUSTRATOS

Aunque existe una cantidad de **análisis de laboratorio** para la caracterización **física de los sustratos**, las tres medidas más comunes son: **Densidad aparente (peso por volumen)**, **capacidad de retención de agua y aireación**. La capacidad de retención de agua es el porcentaje de volumen de agua retenida por el sustrato después de ser saturado y haber drenado libremente.

La **aireación** es una medición del volumen del espacio poroso ocupado por aire después de que se deja drenar un sustrato saturado. En su mayor parte, los productos de sustratos envasados tienen una baja densidad aparente, ya que la mayoría son fabricados en base a turba de musgo y tienen una mayor capacidad de retención de agua. Los sustratos en base a corteza son productos de mayor peso, son adecuados cuando se necesita un drenaje y estabilidad del recipiente altos. Por lo general, ambos productos tienen buena aireación, que se encuentra entre 10 y 18 % por volumen en la mayoría de los sustratos. (BLOODNICK2018)

Dos medidas **químicas** importantes para los **sustratos** son el **pH** y la **CE** (conductividad eléctrica). El pH es una determinación de cuán ácido o básico es una sustancia o una solución. Las lecturas de CE miden la capacidad de la solución del suelo para conducir una corriente eléctrica y es un indicador de la cantidad de nutrientes disponibles que los cultivos pueden absorber. Para los sustratos, para propósitos generales, el intervalo de pH ideal es entre 5,2 y 6,2 y el objetivo es de 5,8 cuando está a saturación.

La CE deseada para los sustratos para propósitos generales es de entre 1,0 y 2,0 mmhos/cm. Para la germinación de semillas y el arraigo de los esquejes, el intervalo de pH deseado será un poco menor, entre 5,0 y 6,0 y el objetivo cuando esté saturado será de 5,6. Este intervalo de pH es un poco menor, ya que el pH tiende a aumentar durante el uso por las aplicaciones mínimas de fertilizante y la alcalinidad del agua de riego por la vaporización constante. La CE deseada para la germinación y la propagación de los sustratos es de entre 0 y 1,0 mmhos/cm. (BLOODNICK 2018)

### 2.10.2. RIEGO

En estas actividades de vivero el riego es fundamental para evitar cualquier posible pérdida importante de humedad, esto ocasiona que las semillas suelen secarse en

muchos casos y pierdan los beneficios obtenidos durante su proceso pre germinativo, ya que su germinación se reduce considerablemente. También hay que tener en cuenta la presión del agua, porque si esta cae directamente sobre la semilla puede generar que se desentierre y quedar expuesta, lo que provocaría desecación de la misma, el exceso de agua también podría ser un problema promoviendo el decaimiento de la germinación por un mal del semillero producida por el patógeno (dumping off) o por la incidencia de otros patógenos del género *Pectinibruchus*, *Rhipibruchis* y *Scutobruchus*.

Es importante recalcar que los riegos nunca deben aplicarse en las horas de mayor incidencia de calor, ya que esto es perjudicial en el aumento considerable de la evapotranspiración provocando lesiones y otros males en las plántulas hasta incluso la muerte. Por otra parte dándole el exceso de humedad promueve el decaimiento de la germinación por lo que le entran el mal de semillero (damping off), y ocasiona también que lo afectan otros patógenos (LUGANO 2001).

## **2.11. ENFERMEDADES Y PLAGAS**

En algunas regiones los algarrobos son atacados especialmente cuando sus fustes superan los 20 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), por un cerambicidio identificado con el nombre *Criodimumangustatum* Bouquet, el daño causado por este insecto imposibilita el uso de la madera para la industria del aserrado, (MARTINEZ et al 1993).

Los principales problemas sanitarios, por ser una especie muy susceptible, están relacionados con la presencia de insectos xilófagos, llamados vulgarmente (taladros), pertenecientes a las familias *Bostrychidae*, *Cerambycidae* y *Buprestidae*, las larvas de estos insecto cavan galerías que pueden ir de la albura hacia el duramen, donde estos empupan.

Los adultos salen posteriormente desplazándose por los canales preparados por las larvas perforando así la corteza del árbol, dentro del grupo de los xilófagos se encuentran también *Oncideres saga* y *Oncideresgermani*, conocidos como (cortapalos), los daños que estos ocasionan pueden llegar a ser de mucha importancia cuando se trata de renovales o plantaciones nuevas. En zonas más áridas se encuentran ataque de “Bicho cesto” y de una “Oruga cuarteadora” que ocasiona defoliación; (KARLIN et al 1997).

Otra plaga de importancia en los *Prosopis* son los hemípteros, lepidópteros y coleópteros que atacan frutos y semillas. Dentro del orden coleópteros se encuentra la familia *Bruchidae* con géneros como *Pectinibruchus*, *Rhipibruchis* y *Scutobruchus* que se limitan exclusivamente a alimentarse de semillas de algarrobos. Los frutos en las plantas también son atacadas por loros que abren las vainas para extraer las semillas.

## **2.12. IDENTIFICACION DE ARBOLES SEMILLEROS**

Los árboles semilleros deben tener edad suficiente para producir abundante semilla fértil. El criterio más seguro lo proporciona la edad donde el árbol padre comienza a producir semilla. Estos deberían ser escogidos entre los de las clases de copas dominantes, por lo menos co-dominantes. Los árboles de la clase dominante muestran mejor desarrollo de la copa y suele producir más semilla buena que las de las clases copas inferiores (HAWLEY 1972).

### **2.12.1. SELECCIÓN DE ARBOLES SEMILLEROS**

Es un árbol que se ha seleccionado para conseguir la semilla deseada, se selecciona en rodales naturales, plantaciones, jardines botánicos, etc. Pueden encontrarse solos o en grupos. En lo posible deben ser seleccionados en la zona donde se quiere reforestar o por lo menos en zonas similares donde el número depende de la cantidad de semillas que se requieren, la selección tiene como objetivos:

- Recolectar buenas semillas que van a producir buenas plantas.
- Controlar y determinar variedades y razas de las especies de la zona, evitar cruzamientos.
- Conocer bien la fuente de las semillas a usar para cualquier información en el futuro.
- Los arboles que crecen aisladamente fructifican con mayor abundancia. (TIXI 2011).

### **2.12.2. CARACTERISTICAS DE LOS ARBOLES SEMILLEROS**

Las características que más se deben tener en cuenta para seleccionar arboles semilleros son:

- Madurez del árbol, debe ser de edad mediana, que haya alcanzado su madurez fisiológica y produzca abundante semilla. Ej. El eucalipto fructifica de 4 a 5 años, la araucaria de 20 a 30 años.
- Deben estar libres de plagas y enfermedades, en condiciones fitosanitarias óptimas.
- Fuste recto, copa bien desarrollada, buena producción en volumen y altura.
- En lo posible estar aislado y bien bañado por los rayos solares.
- Dentro del bosque debe ser el árbol dominante o si está aislado de la misma manera.
- Los arboles de mediana edad producen semillas de mejor calidad.
- Crecimiento rápido, ramas delgadas, poda natural y copa angosta. (TIXI. 2011).

### **2.13. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS**

En la semilla de varias especies, existen bloqueos naturales, de tipo físico o bioquímico, son estrategias de las especies para conservar la viabilidad por largos periodos. En el caso de los viveros, es indispensable romper dichos bloqueos, o de lo contrario la permanencia en las eras es muy larga, sometándose a diversos riesgos y más costos, en especial una germinación heterogénea, que entrega para el trasplante plántulas de diferentes tamaños y vigor. Para la superación de las condiciones que detienen la germinación, se hacen necesarios los tratamientos pregerminativos. Es preciso acelerar el proceso de germinación y crecimiento de las plántulas, para evitar riesgos por su mayor permanencia en vivero. (SEO Colombia 2011).

Para la germinación de las semillas son imprescindibles tres requisitos:

- Que la semilla se encuentre en un ambiente cuyas condiciones de humedad, sustrato, disponibilidad de oxígeno y temperatura sean propicias.
- Que el embrión esté vivo y tenga la capacidad de germinar.
- Que sean superadas las condiciones que impiden la germinación, lo cual se logra regularmente con los tratamientos pregerminativos.

### 2.13.1. EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

- Estimulan la germinación.
- Rompen latencia física o fisiológica.
- Producen plántulas homogéneas en menos tiempo.
- Reduce costos.
- Evita riesgos.
- Optimiza el uso de insumos.
- Evita la pérdida de semillas

### 2.13.2. CLASES DE TRATAMIENTOS

Se dividen en:

- Mecánicos/físicos
- Tratamientos con agua
- Químicos
- Tratamientos hormonales
- Combinaciones de tratamientos

#### 2.13.2.1. FISICO-MECANICOS

Se aplican a especies con testa dura y/o impermeables, cutinizados que impiden la imbibición de agua y/o el intercambio de gases, modifican la cubierta de la semilla, activan procesos que se hallan en estado de reposo. Abarcan la escarificación física con lijas o elementos raspantes o cortantes, estratificación, intemperie, quemado de cubiertas, aplicación de temperatura alta, quemado con cautín, golpe de martillo, entre otros varios:

**Lijado de puntas:** este tratamiento consiste en desgastar la punta de las semillas, usando una lija o una piedra de superficie rugosa, tratando de hacer más delgada la cubierta. El tratamiento se realiza semilla por semilla cuando el tamaño lo permite.

**Quemado:** se realiza con cautín (utensilio de soldadura), aplicándolo en un punto de la testa diferente al lugar de ubicación del embrión. La quemadura facilita el intercambio de agua y oxígeno.

**Estratificación:** Consiste en almacenar a temperaturas adecuadas y condiciones húmedas las semillas. Generalmente, se alternan en recipientes grandes en donde se

ubican capas de semillas y musgo o arena húmeda. Esta técnica demanda tiempo y la semilla es susceptible al ataque de hongos. (*SEO Colombia 2011*)

#### **2.13.2.2. TRATAMIENTO EN AGUA**

**Remojo de la semilla en agua fría:** En un recipiente con agua se colocan las semillas, con agua suficiente para cubrirlas. Se remojan por un tiempo determinado, dependiendo de las características de la semilla, normalmente de 24 a 48 horas y se colocan a germinar. También se colocan las semillas en agua de una a dos semanas, cambiándose continuamente el agua. La semilla no debe permanecer en agua empozada, porque puede ser atacada por bacterias u hongos.

**Remojo en agua caliente:** Con este método se colocan las semillas en agua fría y se llevan al fuego hasta que empiece a desprender vapor o a hervir por uno a tres minutos, luego se deja enfriar lentamente y se colocan a germinar. Usualmente se introducen en el recipiente en una bolsa de tela. (*SEO Colombia 2011*).

En algunos casos las semillas se depositan en un recipiente y se vierte en ellas agua hirviendo y se deja hasta el día siguiente, antes de la siembra.

#### **2.13.2.3. TRATAMIENTO QUIMICO**

Se trata de debilitar o alternar la permeabilidad de la cubierta de la semilla usando ácidos. En la naturaleza, la forma común, es cuando los animales comen los frutos, y mediante los jugos gástricos desgastan la cáscara de la semilla, dejándola en condiciones de germinar al momento de ser defecada. Si la producción de plantas en vivero es grande se usan ácidos en diferentes concentraciones y formas de aplicación, clorhídrico nítrico o sulfúrico, u otras sustancias. Se deben tener precauciones, por tratarse de procedimientos peligrosos. Estos métodos se usan poco en la actualidad, aunque hay abundante literatura sobre su eficacia y modo de empleo, sin embargo son costosos y requieren condiciones especiales de manejo, para evitar accidentes.

#### **2.13.2.4. TRATAMIENTOS HORMONALES**

Estimulan mediante la aplicación externa, los procesos bioquímicos que dan origen a la germinación. Normalmente hay estímulo a la germinación cuando se aplica ácido giberélico (giberelina). También se han encontrado resultados positivos con auxinas y citoquininas. Es necesario tener en cuenta la concentración y dosis recomendada para cada especie, y en especial tener en cuenta, que si la cubierta de la semilla es

impermeable, es necesario realizar alguno de los tratamientos antes descritos para garantizar la penetración de la hormona al interior de la semilla. (SEO Colombia 2011).

## **2.14. TIPOS DE GERMINACION**

Los cambios fisiológicos y metabólicos que se producen en las semillas, no latentes, después de la imbibición de agua, tienen como finalidad el desarrollo de la plántula. Como se ha indicado anteriormente, este proceso comienza por la radícula, que es el primer órgano que emerge a través de las cubiertas. Sin embargo, en otras semillas el crecimiento comienza por el hipocótilo.

Las semillas, atendiendo a la posición de los cotiledones respecto a la superficie del sustrato, pueden diferenciarse en la forma de germinar. Así, podemos distinguir dos tipos deferentes de germinación: epigea y hipogea. (ROST, Th. et al. 1997).

### **2.14.1. GERMINACION EPIGEA**

En las plántulas denominadas epigeas, los cotiledones emergen del suelo debido de un considerable crecimiento del hipocótilo (porción comprendida entre la radícula y el punto de inserción de los cotiledones). Posteriormente, en los cotiledones se diferencian cloroplastos, transformándolos en órganos fotosintéticos y, actuando como si fueran hojas. Finalmente, comienza el desarrollo del epicótilo (porción del eje comprendida entre el punto de inserción de los cotiledones y las primeras hojas). Presentan este tipo de germinación las semillas de cebolla, ricino, judía, lechuga, mostaza blanca, etc.

### **2.14.2. GERMINACION HIPOGEA**

En las plántulas hipogreas, los cotiledones permanecen enterrados; únicamente la plúmula atraviesa el suelo. El hipocótilo es muy corto, prácticamente nulo. A continuación, el epicótilo se alarga, apareciendo las primeras hojas verdaderas, que son, en este caso, los primeros órganos fotosintetizadores de la plántula. Este tipo de germinación lo presentan las semillas de los cereales (trigo, maíz, cebada, etc.), guisante, haba, robles, etc. (ROST. Th. et al. 1997).

### **CAPITULO III**

#### **MATERIALES Y METODOS**

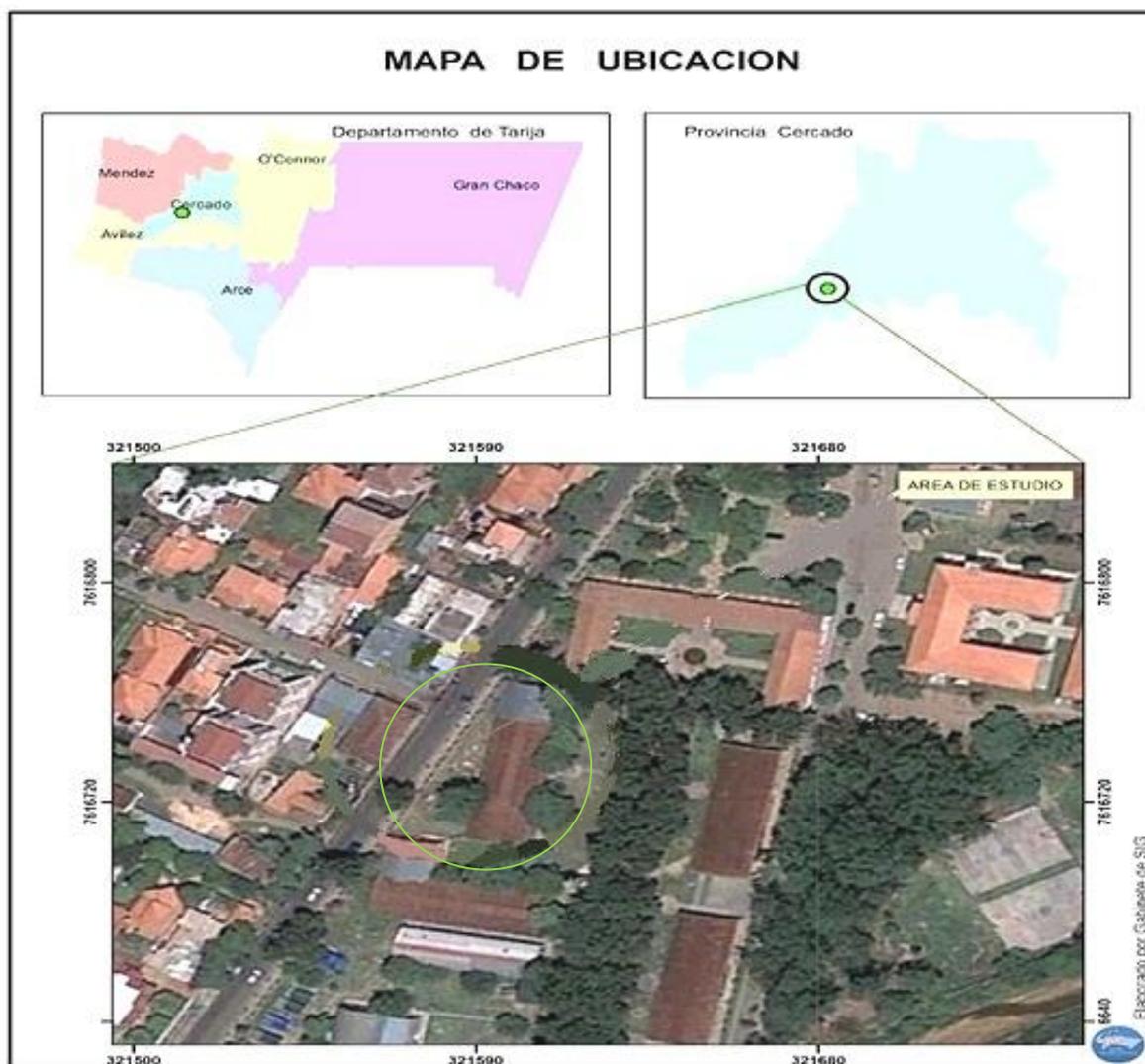
#### **3.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**

##### **3.1.1. LOCALIZACION**

La zona de investigación está ubicada en el campus de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, en la parte de atrás de laboratorios de suelos, de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

Coordenadas: 21°54'33,2" S y 64°72'28,2" W 1840 m.s.n.m

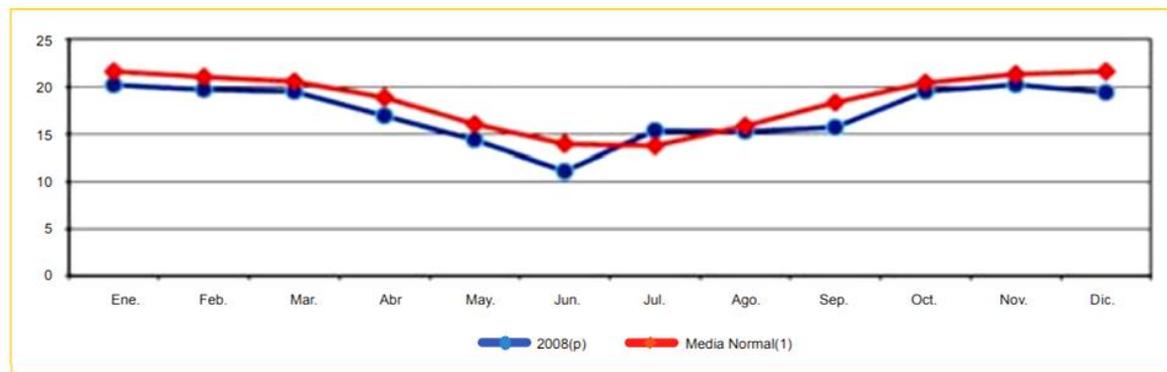
**FIGURA N° 1.** Ubicación del vivero



### 3.1.2. CLIMA

Dentro del subsistema biofísico, una de las principales variables es la climatológica. Así, el departamento de Tarija al presentar una variedad de pisos ecológicos también tiene temperaturas variadas desde los 9°C, en la región de puna, hasta valores superiores a los 29°C, en la región del Gran Chaco, que se incrementa de Oeste a Este. Similar efecto ocurre con las precipitaciones, pues éstas van en aumento desde los 900mm de lluvia, en la región occidental, hasta los 1.000 mm de precipitación anual, al Este del departamento, aunque esto parece contradictorio por la región seca del Chaco. Este fenómeno se debe a las altas temperaturas de la región que, por lo general, presenta inviernos secos muy calientes.

**FIGURA N° 2.** Temperatura promedio en la Provincia Cercado



La temperatura promedio 18 °C y de 26 °C pero en invierno pueden bajar hasta extremos -2 a -9°C por las noches causados por el ingreso de corrientes de vientos fríos y húmedos en periodos cortos y en verano pueden llegar a subir hasta 35 a 37 °C (SENAMI 2016).

### 3.1.3. SUELO

Se encuentran depósitos de sedimentos superiores a los 100 m de espesor, la arcilla que generalmente se precipitan después de la arena y el limo, cubren la superficie de esta unidad dando a los suelos muy baja velocidad de infiltración y alto flujo superficial que ha permitido un grado de erosión severa con la formación de cárcavas que ha disectado el paisaje con la formación de cárcavas con características de “bad lands”, en la mayoría de los casos.

En el área de montaña y pie de monte los suelos son superficiales, observándose afloramientos rocosos, correspondiendo al orden de los Entisoles. Debido a las pendientes pronunciadas de los suelos de ladera mayores del 25%, es común la presencia de cárcavas ocasionadas por la concentración de escorrentías principalmente en los terrenos cultivados, los suelos presentan texturas francos y franco-arcillosas a arcillosas. El PH varía de neutral a alcalino, por la presencia de suelos con abundante contenido de sodio, principalmente en las terrazas altas con suelos a secano, dando características de suelos sódicos, y el consiguiente efecto negativo sobre el desarrollo de las plantas aparejado a la baja permeabilidad y alta escorrentía superficial. Por otro lado, los niveles de fosforo y materia orgánica son bajo, caracterizado por un color claro del suelo superficial (APB 2009).

### 3.1.4. VEGETACION

Gran parte de la cobertura vegetal del departamento se encuentra cubierta por arbustos y árboles dispersos, principalmente por la zona del Chaco y la parte central, donde también se encuentra una cobertura boscosa importante que pertenece al bosque tucumano-boliviano. Hacia la parte Oeste del departamento, se encuentra una cobertura de matorrales que también se extiende por el valle central de Tarija, como en la región Noreste y Sureste del Chaco. Tan sólo en la región subandina se observa una cobertura de herbáceas mayormente localizadas en las partes altas. Existe un aprovechamiento significativo de la agricultura en el departamento, con distintos tipos de cultivo distribuidos en los valles angostos y en las áreas cercanas a los caminos y orillas de los principales ríos. Asimismo, existen áreas de pastizales, principalmente utilizadas por el ganado andino, en el occidente del departamento. (APB 2009).

### **3.2. MATERIALES Y HERRAMIENTAS**

#### **3.2.1. MATERIAL BIOLÓGICO**

Semillas de *Prosopis Alba Griseb* y sustratos como ser: (aserrín, arena de río, materia vegetal y estiércol).

#### **3.2.2. EQUIPOS**

- Cámara
- Computadora
- Calculadora
- Planilla de control

#### **3.2.3. MATERIAL DE LABORATORIO**

- Balanza electrónica
- Horno
- Instrumentos petri u otro recipiente para manipular las semillas

#### **3.2.4. HERRAMIENTAS**

- Pala
- Tamizador
- Regla

- Cinta métrica
- Pie de rey
- Ladrillos
- Nailon

### **3.2.5. INSUMOS**

- Semilla de algarrobo
- Arena de río
- Tierra vegetal
- Estiércol
- Aserrín
- Bolsas plásticas de polietileno con dimensiones de 16 cm de ancho x 25 cm de alto.
- Malla para sombra

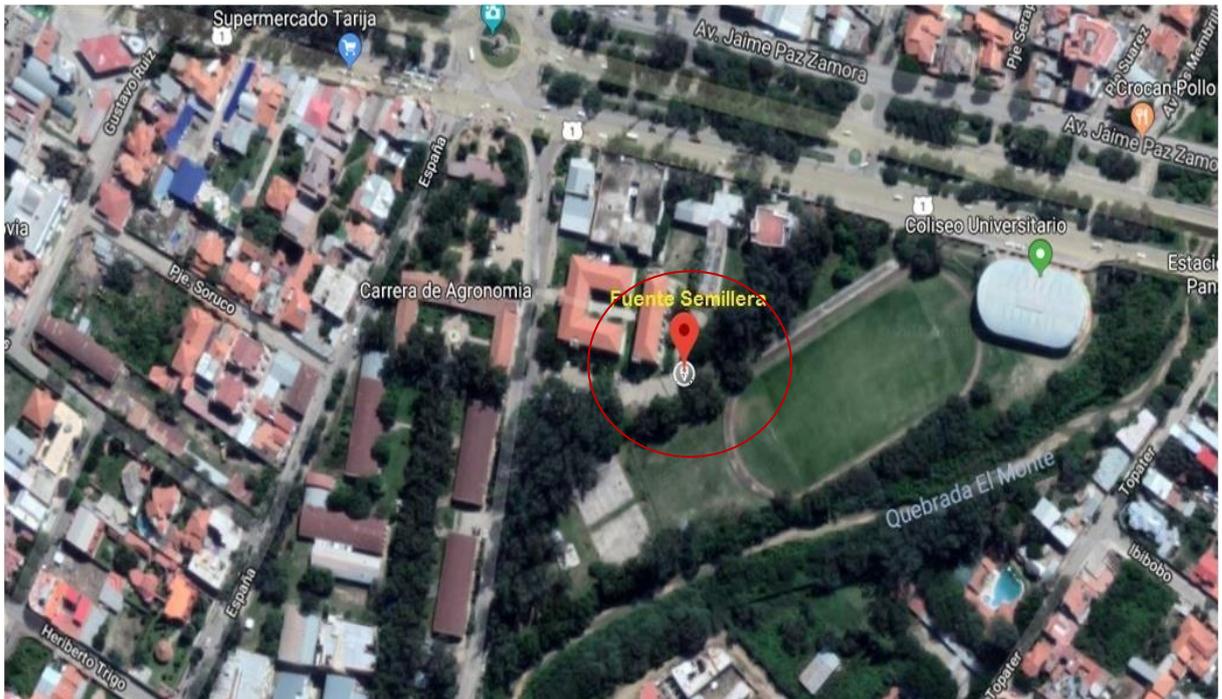
### **3.3. METODOLOGIA**

#### **3.3.1. LOCALIZACION DE LA FUENTE SEMILLERA**

El árbol semillero está ubicado en el campus de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho de la provincia cercado, entre la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales y la Quebrada el Monte de la ciudad de Tarija. La georeferenciación para ser más exacta se la tomó mediante la aplicación MAPS.

Coordenadas: 21°54'31,13" – 64°72'10,08"

**FIGURA N° 3.** Ubicación y selección del árbol semillero



### 3.3.2. SELECCIÓN DEL ÁRBOL SEMILLERO

El primer paso luego de localizar la fuente semillera es seleccionar el árbol semillero, teniendo en cuenta las siguientes características fenotípicas de la especie: Altura, fuste recto, sin presencia de plagas o enfermedades y que tenga buena producción de semillas.

Una vez seleccionado el árbol como fuente semillera se rotulara (etiquetar) el árbol alrededor del tallo a una altura no superior al 1.3m; con una plaqueta metálica indicando la fecha de medición y recolección de semillas.

### 3.4. MATERIAL EXPERIMENTAL

Semilla de algarrobo blanco, materia orgánica o abono, estiércol, aserrín, arena de río.

Los materiales se obtendrán en diferentes localidades:

- a) Los frutos serán recolectados del campus universitario en los meses de marzo a mayo del árbol semillero con las siguientes características: Copa ancha, follaje vigoroso, fuste recto y limpio.
- b) La materia orgánica será procedente de comerciantes de abono en la ciudad de Tarija.
- c) El estiércol chivo será procedente de la comunidad de Yesera, traído por comerciantes de abono en la ciudad de Tarija.
- d) El aserrín de pino será procedente de barraca El Tunal de la ciudad de Tarija.

- e) La arena de río que se utilizara en el experimento será procedente del Río Guadalquivir.
- f) El sustrato testigo, será preparado con suelo franco limoso, el mismo que se utiliza en viveros forestales.

### **3.5. PROCEDIMIENTO DE LA EVALUACION**

El diseño que se empleara para el experimento será completamente al azar (D.C.A), donde las mediciones que se realizaran serán a 9 plántulas centrales de la especie por unidad experimental de cada una de las repeticiones siendo un total de 25 por tratamiento, realizando así la evaluación de la altura, diámetro basal, sobrevivencia, mortandad, el % de germinación, calidad de la planta como también el índice de lignificación.

Para calcular el peso fresco y seco del tallo y la raíz por el vástago se procederá a la destrucción de una planta por cada tratamiento al final de la investigación.

La evaluación se realizara en un periodo de 13 semanas, donde se evaluara cada una de las mediciones de cada variable. El experimento constara de un total de 600 semillas, de la especie en donde se sembraran 3 por cada maceta.

#### **3.5.1. CARACTERISTICAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL**

Número de especies: 1

Numero de tratamientos: 4

Número de repeticiones bloques: 2

Numero de plantines por unidad: 75

Numero de plantines por tratamiento: 150

Número total de la población: 600

Número de unidades a evaluar: 9

Número de unidades experimentales: 8

**Bloques al azar con arreglo factorial**

**FIGURA N° 4:** Bloques al azar con arreglo factorial.

Factor (A)	Pre germinativos	A1
Factor (b)	Sustratos	b1 guano de chivo b2 aserrín de pino b3 tierra vegetal de molle b4 arena de rio (testigo)
Repeticiones (R)	2	

A1b1= Escarificado en estiércol

A1b3= Escarificado en aserrín

A1b2= Escarificado en abono orgánico

A1b4= Escarificado en arena de rio (testigo)

R2b1= Repetición en estiércol

R2b2= Repetición en aserrín

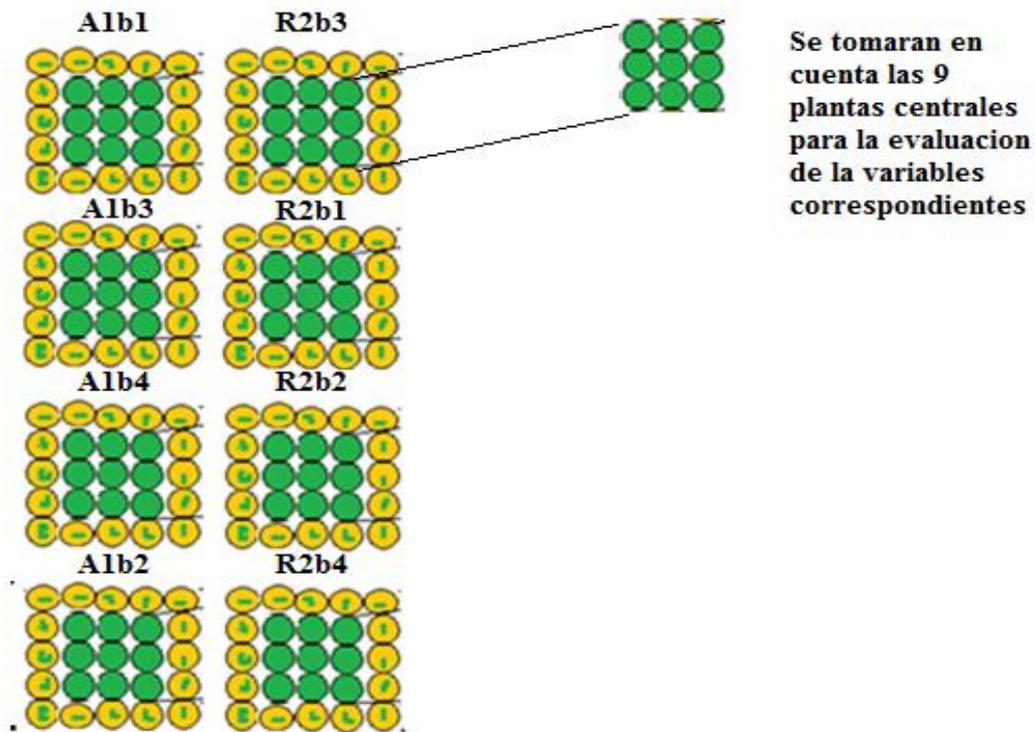
R2b3= Repetición en abono orgánico

R2b4= Repetición en arena de rio (testigo)

**FIGURA N° 5.** Codificación de unidades experimentales.

	<b>b 1</b>	<b>b 2</b>	<b>b 3</b>	<b>b 4</b>
<b>A1</b>	A1b1	A1b2	A1b3	A1b4
<b>R2</b>	R2b1	R1b2	R1b3	R1b4

<b>A1b1</b>	<b>R2b3</b>
<b>A1b3</b>	<b>R2b1</b>
<b>A1b4</b>	<b>R2b2</b>
<b>A1b2</b>	<b>R2b4</b>



### 3.5.2. ESTABLECIMIENTO DEL VIVERO

Inspecciones previas antes de seleccionar el establecimiento apto para el vivero:

- La zona debe contar con las condiciones climáticas, similares a las del sitio de plantación.
- El terreno plano y con buen drenaje. Este debe contar con una fuente de agua cercana, ya que se requiere abundante agua para el riego de las plantas y el lavado de las herramientas de trabajo.
- Vías de acceso cercanas, han de facilitar la salida de las plantas y el ingreso de insumos y materiales. Esto es muy importante cuando se producen grandes cantidades de plantas.

Cercanía al sitio de plantación, de la vivienda y de algún poblado para facilitar el acceso de la mano de obra, también debe tener protección para evitar daños por animales o personas.

### 3.5.3. CONSTRUCCION DE LAS CAMAS DE GERMINACION

En primer lugar se realizara una limpieza de malezas en el área que puedan interferir con el proceso de la investigación. Luego se construirán las camas de germinación con

mallas poli sombra que permitirán simular el clima asimilable por las semillas en la etapa inicial del algarrobo y de esta forma contribuir a la germinación de las mismas.

Las camas de germinación o platabandas serán construidas en estructuras cómodas que permiten hacer un control permanente sobre el material plantado, facilitando las actividades de mantenimiento y evitando el exceso de humedad por algún encharcamiento del agua. Como son pequeñas cantidades de semillas se emplearan materiales básicos de vivero para implementación de las platabandas, con un tapete de costal perforado en la superficie del suelo. Se construirá un total de cuatro (8) camas de germinación en la superficie del suelo, con una dimensión de 50 cm x 40 cm por unidad experimental, 1.20 m de ancho x 1.95 m de largo y una profundidad de 10 cm.

### **3.6. PREPARACION DEL SUSTRATO**

- **Sustrato 1:** Estará compuesto por una mezcla de arena + aserrín en una proporción 3:1. (75% arena, 25% aserrín).
- **Sustrato 2:** Estará compuesto por arena + guano de chivo en una proporción 3:1. (75% arena, 25% estiércol).
- **Sustrato 3:** Estará compuesto por arena + materia orgánica en una proporción 3:1. (75% arena, 25% materia orgánica).
- **Sustrato 4:** Arena de rio Franco limoso (testigo).

#### **3.6.1. ARREGLO Y LLENADO DE BOLSAS**

Se emplearan bolsas de polietileno contando con dimensiones de 7,5 cm de ancho por 20 de alto, luego de esto se llenara las bolsas manualmente calculando el volumen que estas contendrán y así compactando el sustrato mezclado para mejor retención de la humedad y firmeza del mismo. (Pág. 58)

#### **3.6.2. SEMBRADO DE LAS SEMILLAS**

Antes de sembrar las semillas, debemos tener en cuenta el tipo de siembra que vamos a hacer.

Sabiendo que la siembra será de manera directa entonces se procederá:

- Primero se regara el sustrato en la maceta para compactarlo y que este contenga suficiente humedad para la semilla.

- Se seleccionaran las semillas aptas sin daños aparentes por insectos, hongos o malformaciones, y que tengan un tamaño aceptable para la siembra.
- Se sembraran las semillas a una profundidad estimada de 1 a 2 centímetros dependiendo del tamaño de estas. (ya que se sugiere que mientras más grande es la semilla más profunda se debe sembrar).

### **3.7. EVALUACION DE LAS VARIABLES**

#### **3.7.1. GERMINACION**

Se realizara el conteo diario para registrar cuantitativamente el número de plantas que germinaran, en relación al número de semillas por maceta.

Como se sembraran 3 semillas por maceta en el conteo diario, solo se va a tomar en cuenta una germinación por maceta para calcular el % de germinación (ver resultado Pág. 47)

$$\% \text{ de Germinacion} = \frac{\# \text{ de semillas germinadas}}{\# \text{ Total de semillas ensayadas}} \times 100$$

#### **3.7.2. DIAMETRO**

La medición de esta variable se la realizara semanalmente con el instrumento pie de rey, la medición se la realizara justo en la base del tallo durante las 12 semanas de permanencia en el vivero.

#### **3.7.3. ALTURA**

La medición de la altura se la realizara semanalmente, se usara un flexometro para dicha medición que constara desde la base del tallo hasta el ápice de la planta en todo el periodo de 14 semanas.

#### **3.7.4. EVALUACION DE LA BIOMASA**

Es importante determinar la biomasa de una plantación ya que esto nos dará a conocer la cantidad de materia vegetal aérea que producirá él o los individuos para su mejor aprovechamiento.

Para calcular la biomasa aérea y radicular en seco y fresco de las respectivas muestras se procederá a destruir 1 planta por tratamiento al final de la evaluación que será en un periodo de 13 semanas. El ensayo se realizara pesando las muestras en seco y fresco en la balanza de precisión, el secado se llevara a cabo por un periodo de 24 horas a 55 °C en el horno del laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

### **3.7.5. EL INDICE DE LIGNIFICACION (IL)**

De acuerdo a la fórmula planteada para la medición de esta variable como la calidad de la planta, se calculara el IL y para realizarlo se procede a la relación que tiene el peso seco total de la planta en gr, dividiendo este con el peso húmedo total de la planta en gr, todo este proceso determinara el resultado al IL. (Ver resultado Pág. 57)

$$IL = \frac{\text{peso seco de la planta}}{\text{peso humedo de la planta}} \times 100$$

### **3.7.6. PODER Y ENERGIA GERMINATIVA**

De la muestra original y se tomaran 50 semillas al azar. Luego se sembraran en una cama de germinación de arena en el laboratorio. La temperatura dentro debe ser 20°C regando las muestras todos los días. Los datos de la energía germinativa se tomaran al 3° día después de la siembra y los de poder germinativo al 6° día, de acuerdo a las normas ISTA.

$$EGyPG. = \frac{\text{PROMEDIO DE GERMINACION MAX}}{\text{NUMERO TOTAL DE SEMILLAS}} \times 100$$

Ver resultado (Pág. 48)

### **3.7.7. VALOR CULTURAL**

De acuerdo al resultado de la pureza de la semilla y el % de germinación se estimara el valor útil o semilla pura viva presente, es decir se calculara la cantidad de semillas que tienen una alta probabilidad de germinación. Para calcular esta variable se usara la formula siguiente:

$$VC = \frac{(\%) \text{Pureza} \times (\%) \text{Germinacion}}{100}$$

(Ver resultado Pág. 48)

### 3.7.8. PUREZA

Para la separación de las semillas puras que no tienen daños de ningún tipo ni material inerte que incluye todo aquel material no germinable (pedazos de semillas, ramas, piedras, etc.), se realizara la siguiente evaluación: ver resultado (Pág. 48)

- Pesar el total de las semillas
- Separar la basura e impurezas del lote que ya fue pesado
- Pesar por separado la semilla limpia y los restos de basura
- Luego se procederá a calcular la pureza con las siguientes formulas:

$$\% \text{ pureza} = \frac{\text{peso de semilla limpia}}{\text{peso total de la muestra}} \times 100$$

$$\% \text{ material} = \frac{\text{peso material inerte}}{\text{peso total de la muestra}} \times 100$$

### 3.7.9. EVALUACION DE LA CONSISTENCIA DE LOS SUSTRATOS

Al final de la evaluación se evaluara la consistencia de los sustratos a través del método de observación. Se cortara la bolsa en la base del pilón a una altura de 1 cm, luego se hará un corte longitudinal para eliminar la bolsa y extraer el pilón. Una vez extraída la bolsa, se observará si el pilón se mantuvo firme a la altura del tallo y se calificará según los siguientes criterios:

- a. **Ideal:** El pilón se mantiene consistente, no pierde material.
- b. **Aceptable:** El pilón pierde menos del 25% del material.
- c. **No aceptable:** El pilón pierde más del 25% del material. Ver resultados (Pág. 62)

### 3.8. ANALISIS ESTADISTICO

Se hará un análisis de varianza para cada una de las variables. Luego se realizará un análisis completo mediante el programa *Excel* para capturar y analizar los datos, como también para crear tablas de datos y graficas porcentuales, este programa es muy usado en trabajos empresariales e investigaciones universitarias o de otro tipo. Así mismo se probará todas las diferencias entre las medias de tratamientos de la experiencia mediante

la prueba de Tukey con un nivel de significancia ( $Q\alpha$ ) de 5% en la determinación del sustrato que proveerá la mejor condición para cada una de las variables. Se utilizará el promedio de todas las variables para el análisis estadístico, incluyendo el análisis físico, químico, el desarrollo vegetativo y la consistencia del sustrato.

### **3.9. LABORES CULTURALES DE VIVERO**

#### **3.9.1. RALEO**

Se realizara la actividad de raleo pasando un mes de la siembra dependiendo del tamaño de los individuos para eliminar aquellos plantines que ocupen mas lugar en las maceta dejando la más vigorosa dentro de la plantación para su evaluación, con la finalidad de que no haya competencia durante el crecimiento de estas, el desarrollo de los plantines aumentara mas en relación con el espacio disponible en las macetas. A medida que transcurra el tiempo la planta se desarrollara más. Con el raleo se favorecerán las plantas seleccionadas para la respectiva evaluación de las variables con un mayor espacio aéreo y terrestre (permitiendo mayor oportunidad de captar luz, agua y nutrientes).

#### **3.9.2. DESHIERBE**

Esta actividad se la realiza dependiendo a la cantidad de maleza que exista en el área del vivero que pueda afectar al desarrollo de las plantas, se eliminaran las malas yerbas que perjudiquen el óptimo crecimiento de las muestras.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. ANALISIS DE CALIDAD DE LA SEMILLA

##### 4.1.1. ANALISIS DE PUREZA

Es el porcentaje y peso en calidad de la semilla de interés para el estudio y que encontramos en el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 1.** Determinación de la pureza del lote de semillas recolectadas.

Componentes	Algarrobo ( <i>Prosopis alba Griseb</i> )	
	Peso (g)	%
<b>Semilla pura</b>	285,5	98,72
<b>Impurezas</b>	9,4	1,28
<b>Total</b>	294,9	100

##### **Impurezas:**

**Impurezas o material inerte:** Son los restos de basura u otros residuos restantes no importantes como ser; restos de tallo, hojas, flores, arena, etc.

**Otras semillas:** Semillas extrañas vivientes que puedan generar otras plantas pudiendo ser útiles o también perjudiciales en la plantación.

##### 4.1.2. DETERMINACION DEL PESO DE LA SEMILLA

**CUADRO N° 2.** Determinación del peso de la semilla de algarrobo *Prosopis alba Griseb*.

Muestra	N° de semillas	Peso (g)	Peso en gr 1000 semillas	N° semillas por Kg
Algarrobo	200	11,16	55,8	17921,15

El peso de la semilla se determina luego de que se haya separado la semilla pura en el ensayo de pureza en el laboratorio. Esta se expresa como el peso de 1000 semillas puras, es fácil convertir esta cifra en el número de semillas puras ya sea por gramos o por kilogramos. Según (Bonner 1974). El peso se puede determinar contando 1000 semillas del lote y pesándolas.

Pero la utilización de muestras más pequeñas permite estimar las variaciones que existirán dentro de la muestra

#### 4.1.3. ANALISIS DE LA SEMILLA EN EL LABORATORIO

- **Semillas germinadas = 99**
- **Total de semillas = 100**
- **Peso de semilla limpia = 285,5 g**
- **Peso total de las semillas = 301,5 g**

- **% De germinación:**

$$\% GER = \frac{\# \text{ Semillas germinadas}}{\# \text{ Total de semillas ensayadas}} \times 100 \quad \frac{99}{100} = \mathbf{99\%}$$

- **Poder germinativo en el día 6 después de la siembra:**

$$PG = \frac{\text{Promedio de germinacion max}}{\# \text{ Total de semillas}} \times 100 \quad \frac{94}{100} = \mathbf{94\%}$$

- **Valor cultural**

$$VC = \frac{\% \text{ Pureza} \times (\%) \text{ Germinacion}}{100} \quad \frac{94,85 \times 99}{100} = \mathbf{93,9\%}$$

- **Pureza**

$$\% \text{ Pureza} = \frac{\text{Peso de la semilla en gr}}{\text{Peso total de la muestra}} \times 100 \quad \frac{285,5 \text{ gr}}{301,5 \text{ gr}} = \mathbf{94,7\%}$$

#### 4.2.RESULTADO DE LA GERMINACION

##### 4.2.1. EL PORCENTAJE DE LA GERMINACION

El registro de la germinación se la realizo al 5to día después la siembra ya que todavía no se encontraban indicios de la misma. Los datos obtenidos para analizar la varianza en el porcentaje de germinación fueron los registros diarios que se le hizo a cada uno de los tratamientos.

**CUADRO N° 3** Registro de germinación a partir del día cinco después de la siembra.

<b>DIAS</b>	<b>T0 (ARE)</b>	<b>PROM</b>	<b>T1 (EST)</b>	<b>PROM</b>	<b>T2 (ASE)</b>	<b>PROM</b>	<b>T3 (M. ORG)</b>	<b>PROM</b>
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3	1,5	4	2	1	0,5	2	1
6	4	2	6	3	2	1	4	2
7	5	2,5	9	4,5	4	2	7	3,5
8	7	3,5	11	5,5	5	2,5	9	4,5
9	11	5,5	14	7	8	4	11	5,5
10	14	7	17	8,5	10	5	14	7
11	17	8,5	21	10,5	11	5,5	17	8,5
12	20	10	24	12	13	6,5	19	9,5
13	23	11,5	27	13,5	15	7,5	20	10
14	25	12,5	31	15,5	16	8	22	11
15	28	14	33	16,5	18	9	25	12,5
16	30	15	35	17,5	19	9,5	27	13,5
17	33	16,5	37	18,5	21	10,5	30	15
18	35	17,5	40	20	23	11,5	33	16,5
19	38	19	45	22,5	25	12,5	37	18,5
20	42	21	49	24,5	29	14,5	42	21
<b>SUMA</b>	<b>335</b>	<b>10,47</b>	<b>403</b>	<b>12,59</b>	<b>220</b>	<b>6,88</b>	<b>319</b>	<b>9,97</b>

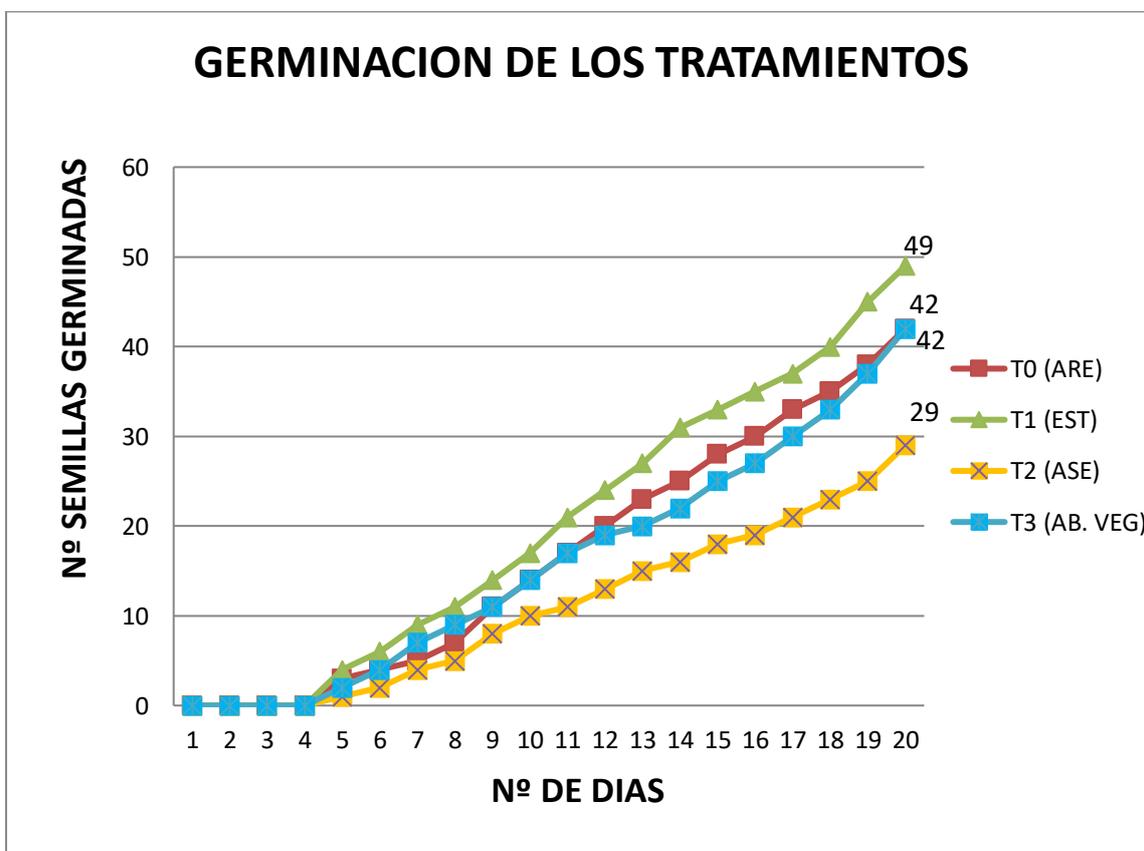
En el presente análisis de la varianza se observa que FC es menor a la FT 5% de significancia, por lo tanto nos indica que no existen diferencias significativas de germinación en los tratamientos.

En la mayoría de los tratamientos se observó un porcentaje de 100% de germinación, a diferencia del T2 (aserrín), el cual se observó una leve baja de germinación.

**CUANDRO N° 4:** Análisis de varianza para la germinación de los tratamientos.

FV	GL	SC	CM	FC	FT 5%
<b>TOTAL</b>	7	45460,5			
<b>TRATAMIENTO</b>	3	33751	39233,4	0,043 NS	6,39
<b>ERROR</b>	4	1672	11709,3		

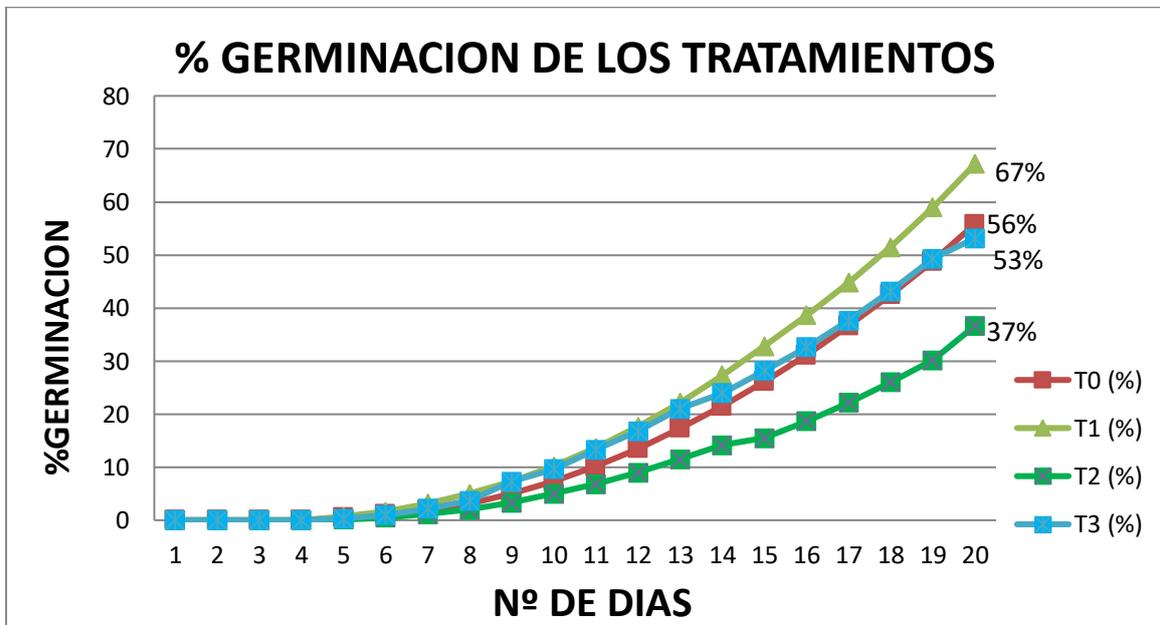
**GRAFICA N° 1:** Numero de germinaciones de cada tratamiento en 20 días de registro.



**CUADRO N° 5:** Porcentajes de germinación en cada uno de los tratamientos.

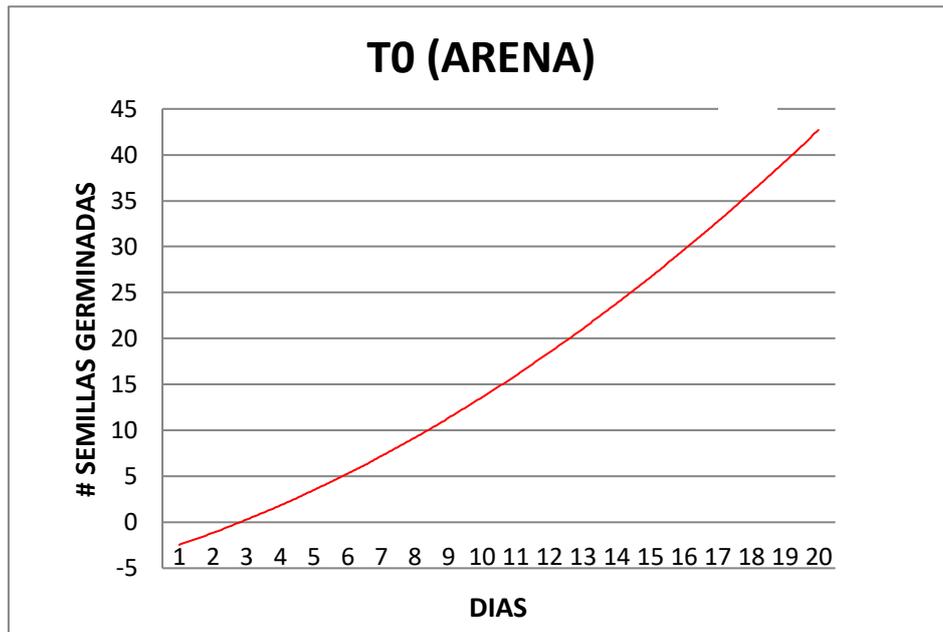
DIAS	T0 (%)	T1 (%)	T2 (%)	T3 (%)
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0,5	0,67	0,17	0,33
6	1,17	1,67	0,5	1
7	2	3,17	1,17	2,17
8	3,17	5	2	3,67
9	5	7,33	3,33	7,33
10	7,33	10,17	5	9,67
11	10,17	13,67	6,83	13,33
12	13,5	17,67	9	16,83
13	17,33	22,17	11,5	21
14	21,5	27,33	14,17	24
15	26,17	32,83	15,5	28,17
16	31,17	38,67	18,67	32,67
17	36,67	44,83	22,17	37,67
18	42,5	51,5	26	43,17
19	48,83	59	30,17	49,33
20	55,83	67,17	37	56,33

**GRAFICA N° 2:** Porcentaje de germinación en 20 días de registro.

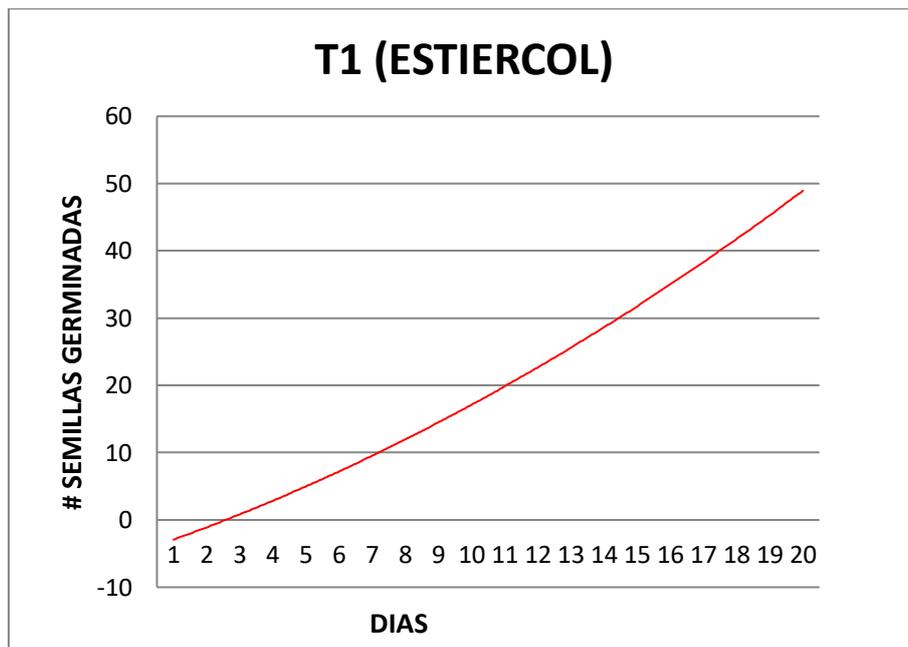


Aquí se muestran las graficas con las curvas de germinación de cada tratamiento, (semillas germinadas por días de registro).

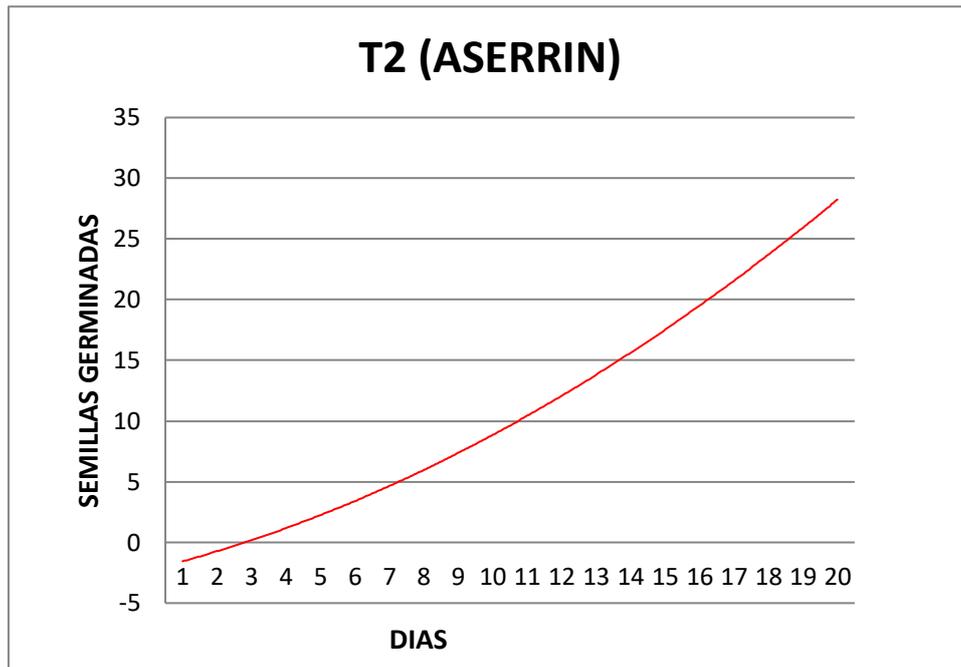
**GRAFICA N° 3:** Curva de germinación *Prosopis alba Griseb* T0 (arena).



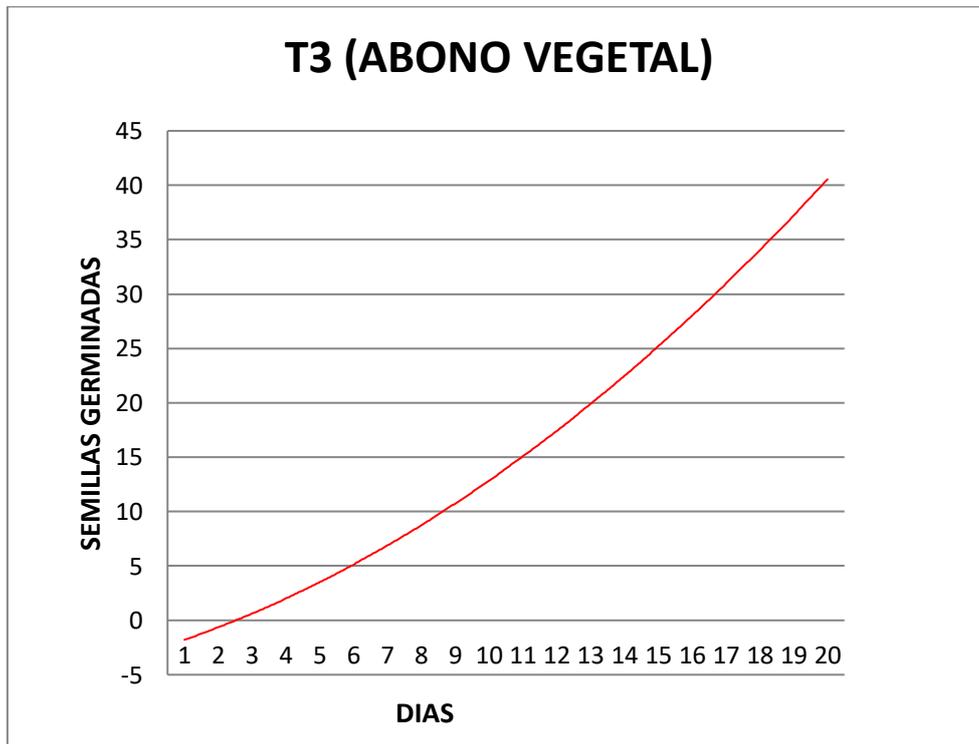
**GRAFICA N° 4:** Curva de germinación *Prosopis alba Griseb* T1 (estiércol).



**GRAFICA N° 5:** Curva de germinación *Prosopis alba Griseb T2* (aserrin).



**GRAFICA N° 6:** Curva de germinación *Prosopis alba Griseb T3* (abono vegetal).



#### 4.2.2. ENERGIA GERMINATIVA

#### 4.2.3. EVALUACION DE LA ENERGIA GERMINATIVA

En este caso no se pudo evaluar la energía germinativa de la semilla ya que estas no germinaron en los días indicados en la norma ISTA que son al día 3 después de la siembra.

Es por eso que se tomo en cuenta el poder germinativo de la semilla de *Prosopis alba Griseb*, esta se la evaluó en la primera semana después de la siembra como dicta la norma ISTA.

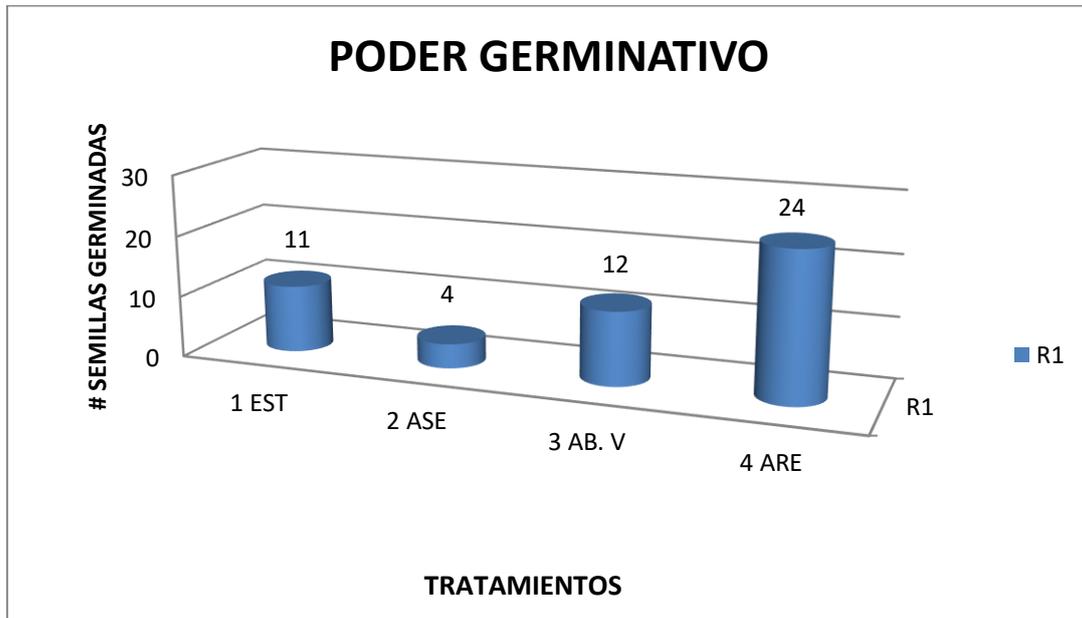
**CUADRO N° 6** Registro del PG de la primera semana después de la siembra.

TRATAMIENTOS	R1	R2	PROMEDIO
1 EST	11	14	12,5
2 ASE	4	5	4,5
3 AB. V	12	11	11,5
4 ARE	24	23	23,5
<b>SUMA</b>			52

En la ecuación anterior se obtuvo el promedio de germinación con respecto al PG de los 4 tratamientos, tomando en cuenta el día 6 como dicta la norma ISTA para la obtención del PG.

La siguiente grafica demuestra el poder germinativo menor y el poder germinativo mayor con relación a los 4 tratamientos y sus replicas, en este caso R1 y R2. Donde el T2 (aserrín), se observo un poder de germinación muy bajo, en el T4 (arena), en se observo una germinación más elevada.

**GRAFICA N° 7:** Poder germinativo en los cuatro tratamientos del día 6 después de la siembra.



**CUADRO N° 7:** Análisis de varianza para el PG de los tratamientos.

FV	GL	SC	CM	FC	FT 5%
<b>TOTAL</b>	7	173,43			
<b>TRATAMIENTOS</b>	3	98,57	82,57	0,47 NS	6,39
<b>ERROR</b>	4	38,86	272		

En el cuadro de varianza anterior se observa que la FC es menor que la FT 0,5% y esto demuestra que no existen diferencias significativas de poder germinativo entre los tratamientos.

### 4.3. SOBREVIVENCIA Y MORTANDAD PRESENTE EN LOS TRATAMIENTOS

CUADRO N° 8: Porcentaje de sobrevivencia de cada tratamiento.

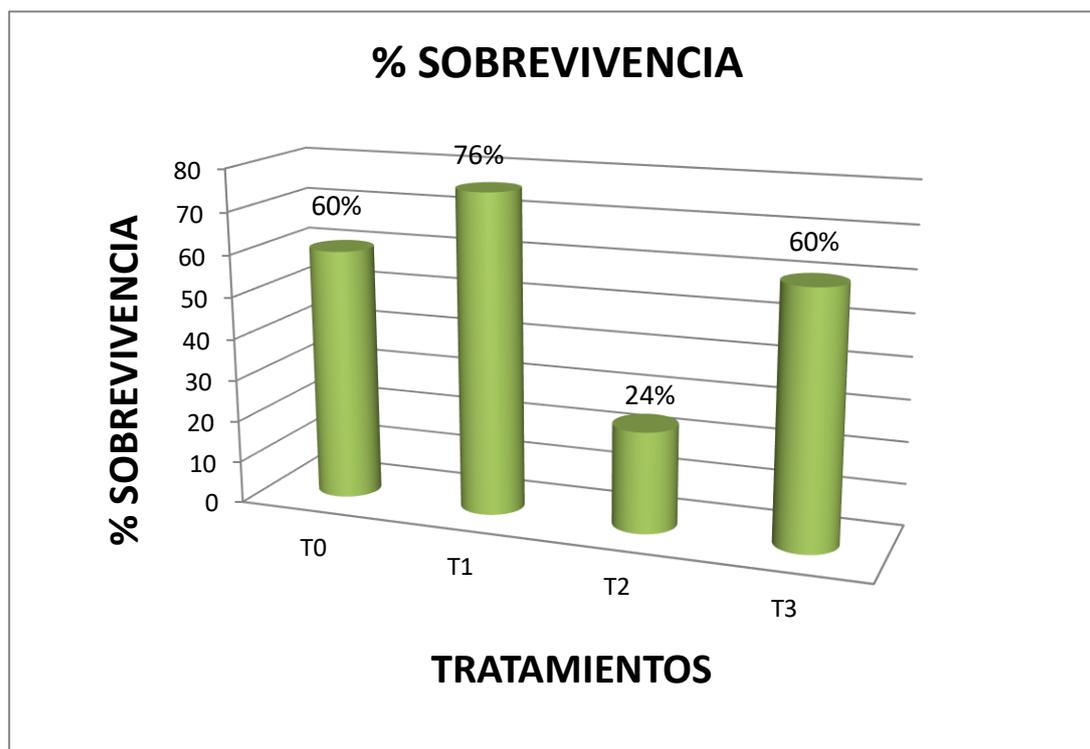
Tratamientos	N° de plantas evaluadas	Plantas vivas en los tratamientos	% de sobrevivencia de los tratamientos
T0	50	30	60
T1	50	38	76
T2	50	12	24
T3	50	30	60

En el cuadro anterior se puede observar que el **T1** con sustrato formado por arena y estiércol cuenta con un 76% de sobrevivencia y un 24% de mortandad en toda evaluación. En el **T2** compuesto por arena y aserrín se observó un 24% de sobrevivencia y 76% de mortandad.

El **T3** compuesto por arena y abono vegetal se observó un porcentaje de sobrevivencia de 60% con un 40% de mortandad. En el **T0** (testigo) siendo únicamente arena de río, se observó un porcentaje de sobrevivencia de 60% con una mortandad de un 40%.

Las causas principales fueron el alto nivel de acidez, como por ejemplo en el T2 (aserrín) madera de pino, este contenía un valor muy bajo de PH, lo cual indica altos grados de toxicidad de las resinas y muy bajo aporte de nutrientes para la germinación y desarrollo de la plántula, a esto también se suma los cambios de temperaturas que se presentan en nuestro medio a fin de año, fuertes precipitaciones, temperaturas bajas y elevadas. También se cuenta con la participación negativa de plagas como las babosas ya que fueron las únicas quienes ayudaron principalmente en la mortandad de los plantines.

**GRAFICA N° 8:** Porcentaje de sobrevivencia de cada uno de los tratamientos.



#### **4.4. EVALUACION DE CRECIMIENTO DE LOS PLANTONES**

##### **4.4.1. CRECIMIENTO EN ALTURA**

Esta variable de la medición de la altura se la realizó semanalmente, es decir 4 veces al mes, dando un total de 4 meses, el primer mes no se tomó registro de medición de alturas ya que el desarrollo de los plantines fue lento y estos no contaban con el tamaño adecuado para su medición, es por eso que al segundo mes después de la siembra, recién se pudo tomar registros de altura en 3 de 4 tratamientos, debido a que el T2 (aserrín), no presentaba indicios del mismo.

En el segundo y tercer mes también se presentaron problemas de plaga como ser las babosas, esta única especie de clase *Gastropoda* donde la acción negativa de estos animales es alimentarse de las primeras hojas en desarrollo, dificultando de este modo la medición de las alturas; luego de este suceso con dicha plaga, no se presentaron más inconvenientes en el desarrollo de los plantines con la altura.

Para la evaluación del crecimiento de alturas de los tratamientos se tomó en cuenta el registro semanal después del primer mes de la siembra, que corresponden al 1 de octubre del 2018 y concluyendo el mes de enero del 2019.

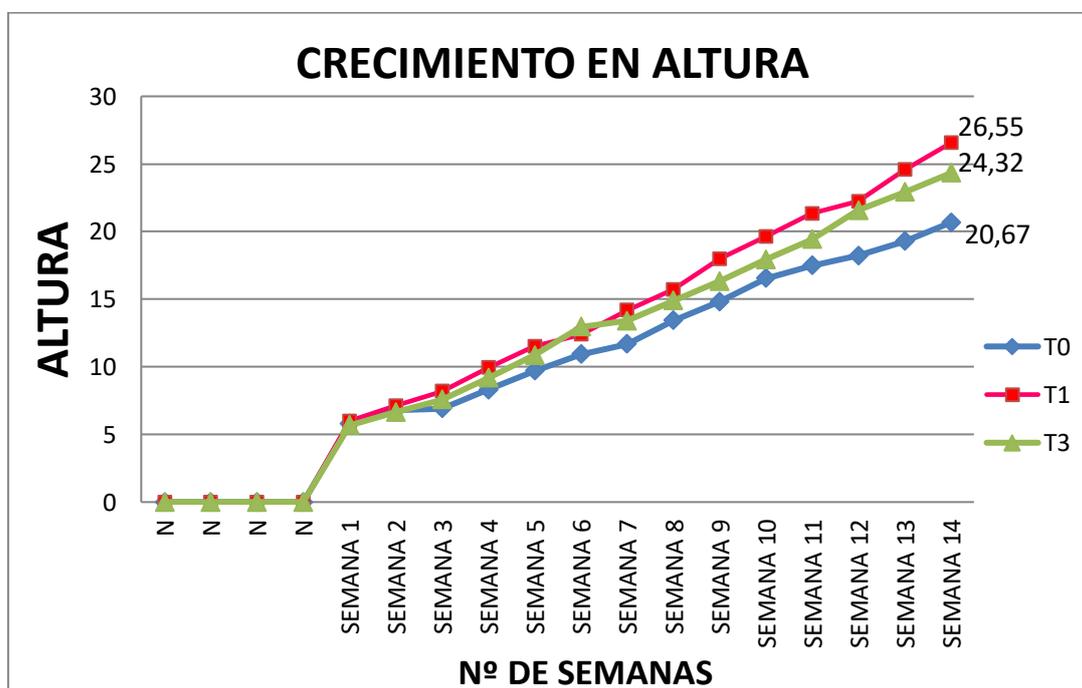
En este caso no se tomo en cuenta el **T2 (aserrín)**, el cual se elimino de la evaluación después de tomar datos y cálculos de germinación, el motivo fue el lento desarrollo en crecimiento de la altura y diámetro de los individuos.

En el siguiente cuadro de varianza se observa que la **FC** es menor a la **FT** y se entiende que no existen diferencias significativas entre los tratamientos para altura al 5% de probabilidad de error.

**CUADRO N° 9:** Análisis de varianza para el crecimiento en altura de *Prosopis alba* Griseb.

FV	GL	SC	CM	FC	FT 5%
<b>TOTAL</b>	7	19836,82			
<b>TRATAMIENTO</b>	3	11287,49	2917,58	0,11 NS	6,39
<b>ERROR</b>	4	1221,33	8549,33		

**GRAFICO N° 9:** Crecimiento de la altura en 13 semanas de registro.



#### 4.4.2. CRECIMIENTO EN DIAMETRO

Para la evaluación del crecimiento diametral se tomaron en cuenta los registros de datos de las 13 semanas, para así poder observar los diferentes percances que se presentaron y que afectaron en el desarrollo de crecimiento de los plantines, donde en realidad si hubo

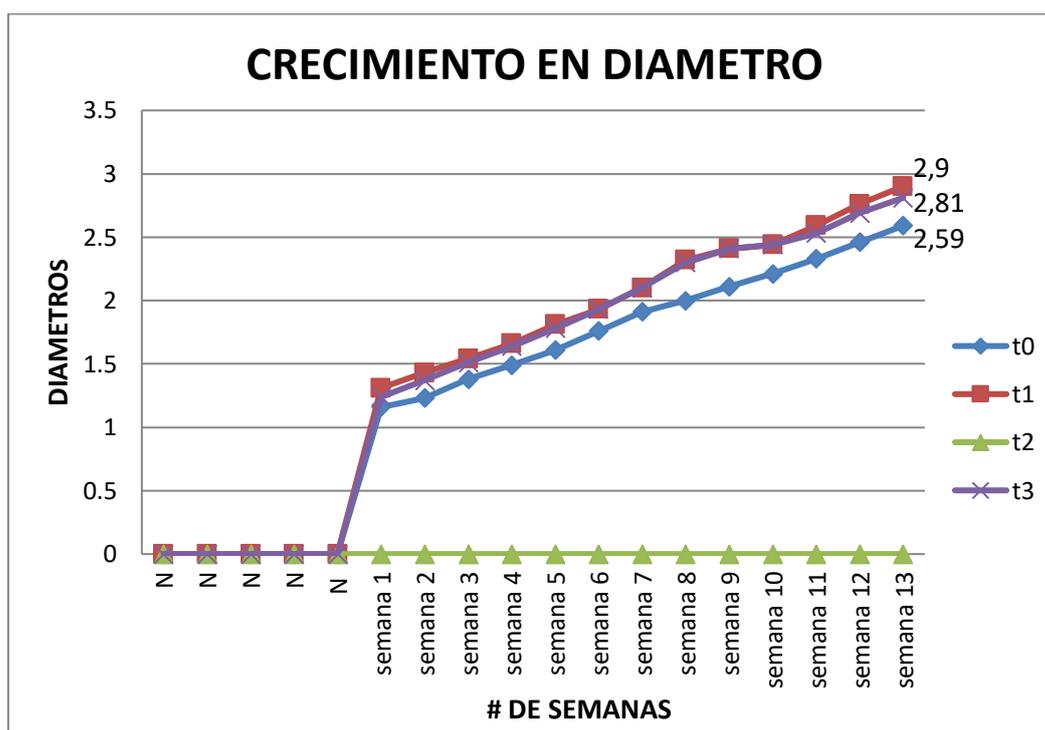
y que estos ya fueron mencionados anteriormente. La toma de datos del primer día fue en fecha 1 de octubre del 2018 y finalizo el 3 de enero del 2019.

**CUADRO N° 10:** Análisis de varianza para diámetros del *Prosopis alba* Griseb.

FV	GL	SC	CM	FC	FT 5%
<b>TOTAL</b>	7	222,73			
<b>TRATAMIEN</b>	3	164,83	164,83	0,04 NS	6,39
<b>ERROR</b>	4	7,24	57,9		

En el cuadro anterior de análisis de Varianza ANOVA para los tratamientos con respecto al crecimiento diametral, se pudo observar que la FC es menos que FT, por lo tanto no existen diferencias significativas al 5% de probabilidad de error entre los tratamientos.

**GRAFICA N° 10:** Crecimiento del diámetro en 13 semanas de registro.



En la grafica anterior se puede observar el crecimiento diametral en relación a los meses de seguimiento y registro de datos, los cuales fueron 3 meses y 1 semana de evaluación, es decir desde el mes de octubre hasta la primera semana de enero del siguiente año.

En el transcurso del tiempo se observa en los tres tratamientos que hubo un desarrollo homogéneo bastante favorable en el crecimiento de los diámetros, donde se pueden

apreciar individuos de buena calidad diametral, *el T2 fue anulado por no proporcionar datos en altura y diámetro.*

Se observó un lento crecimiento en los meses de octubre y la primera quincena de noviembre, debido especialmente a los cambios repentinos de temperatura, en este periodo el diámetro promedio fue de 1,2 a 1,3 mm de diámetro. Pero con la llegada del verano se observó un incremento en el diámetro, esto puede deberse a que el algarrobo se desarrolla y tiene un índice de sobrevivencia muy alto en zonas desertificadas.

En el T0 que estaba compuesto por franco limoso, se observó un crecimiento diametral menor en el mes de octubre y noviembre con un promedio de 1,16 mm.

En el T1 compuesto por estiércol de chivo se pudo observar que hubo un aumento de crecimiento en el diámetro desde el primer mes de registro es decir desde octubre con un promedio de 1,3 a 1,4 mm.

El T2 compuesto por arena y aserrín, no se tomó en cuenta ya que este no presentó crecimiento diametral y por este motivo, se lo consideró no apto para producción de plantines, y se procedió a la eliminación del mismo de la investigación.

El T3 compuesto por arena y abono vegetal se observó un crecimiento diametral medio con relación al T1 y el T0, con un promedio de 1,24 mm desde el primer mes de registro.

## **4.5. CALIDAD DE LA PLANTA**

### **4.5.1. INDICE DE ESBELTEZ DE LOS PLANTONES**

Se decidió realizar un análisis del índice de esbeltez para determinar la mejor calidad de las plantas de cada uno de los tratamientos.

(INTA, 2005). Para esta especie el Algarrobo (*Prosopis alba Griseb*), la relación del índice de esbeltez con el diámetro-altura apropiado los plantones tienen que contemplar alturas mayores a los 25 cm y diámetros mayores a los 3 mm.

Para el presente ensayo de IE, se tomó en cuenta las medias de alturas y diámetros de cada uno de los tratamientos.

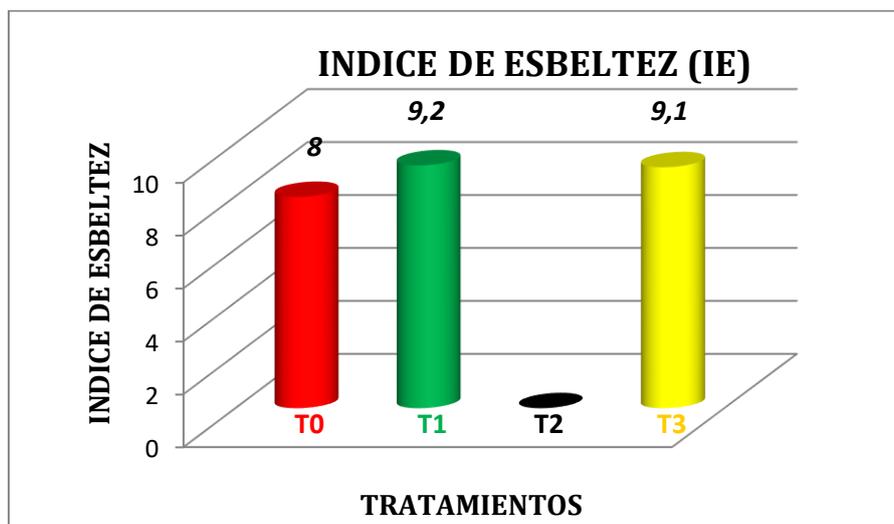
**CUADRO N° 11:** Cuadro de resultados del IE de cada tratamientos.

	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
ALTURA cm (medias)	20,68	26,58	N	25,54
DIAMETRO mm (medias)	2,59	2,90	N	2,81
<b>Promedio</b>	<b>7,98</b>	<b>9,17</b>	<b>N</b>	<b>9,1</b>

En el cuadro anterior podemos observar resultados del promedio de las mediciones de diámetro y altura de cada uno de los tratamientos, al realizar la relación entre ambas obtuvimos el IE promedio para determinar la calidad de las plantas.

El valor obtenido del IE para el T0 no califica para realizar una comparación entre diámetro y altura, ya que este es inferior al número apto para esta evaluación. Los valores promedio obtenidos en el T1 y T3 son los apropiados para relacionarlos al diámetro y altura y así obtener un índice de esbeltez de los plantones.

**GRAFICA N° 11:** Índice de esbeltez de cada uno de los tratamientos.



La grafica anterior demuestra el promedio de IE que se obtuvo de cada uno de los tratamientos. El T0 compuesto de franco limoso (testigo) se obtuvo un valor de 8,1 lo que quiere decir que su IE está cerca del promedio y este es considerado adecuado para la implantación.

El T1 compuesto de arena franco limoso y guano de chivo, presenta un IE de 9,2, indicando que los individuos de dicho tratamiento son aptos para la implantación.

El T3 compuesto por arena franco limoso y tierra vegetal, presenta un IE de 9,1, lo cual indica que los individuos son adecuados para la implantación.

Los plantones del T0, cuentan con un IE apropiado para su implantación de acuerdo al rango propuesto por (Toral, 1997), pero estos no pueden ser tomados en cuenta para ser implantados por el motivo a que sus dimensiones están por debajo de los límites establecidos para tomarlos como plantas de buena calidad.

#### 4.5.2. INDICE DE LIGNIFICACION (IF)

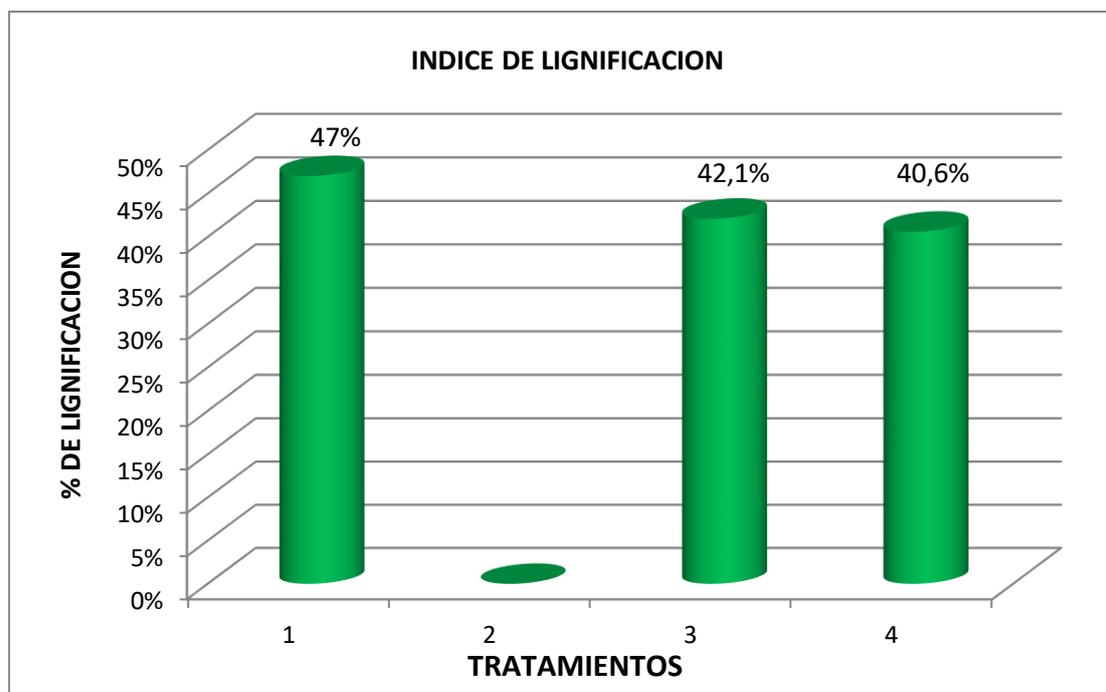
$$IL = \frac{\text{peso seco de la planta}}{\text{peso humedo de la planta}} \times 100$$

T1 (estiércol)	T2 (aserrín)	T3(materia orgánica)	T0 (arena de rio)
47 %	.....	42,1 %	40,6 %

Tal como se observa en dicho cuadro, en el caso de las plántulas de los tratamientos no se encontraron diferencias significativas, no obstante, el valor más alto se obtuvo con el sustrato compuesto por estiércol.

Teniendo en cuenta que la lignificación del tallo provee soporte a la planta ante el estrés hídrico, el cual de acuerdo con Corral (2014) y Calleros et al. (2004), se traduce en menor crecimiento.

**GRAFICA N° 12:** Índice de lignificación de los plantones en cada tratamiento.



#### 4.6. SUSTRATO OPTIMO PARA EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE ALGARROBO (*Prosopis alba* Griseb).

Después de haber hecho la evaluación, observación y el registro de mediciones de alturas y diámetros de los individuos de cada tratamiento, se obtuvo plantones considerados como buenos en calidad de acuerdo a los indicadores establecidos por el INTA.

**CUADRO N° 12:** Numero de plantones de buena calidad presentes en los tratamientos

<b>INDIVIDUOS DE BUENA CALIDAD PRESENTES EN LOS TRATAMIENTOS</b>		
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>ALTURA &gt; 25 Cm</b>	<b>DIAMETRO &gt; 3 mm</b>
<b>T0</b>	0	6
<b>T1</b>	32	22
<b>T2</b>		
<b>T3</b>	18	12
<b>TOTAL</b>	50	40

El cuadro anterior se refiere a la cantidad de plantines considerados de buena calidad, presentes en cada uno de los tratamientos, y que estos son aptos para la implantación.

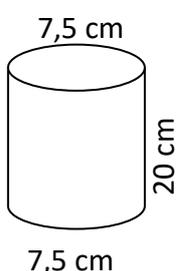
En el T0 se observaron solo 6 plantones con el diámetro adecuado y por eso se los considero de buena calidad, pero en altura ninguno supero los 25 cm que se necesitaban para el rango de buena calidad, por otro lado el T1 se observo un resultado más alto con 32 individuos con alturas por encima de los 25 cm y 22 individuos con diámetros de 3 mm o más, considerándolos de buena calidad y aptos para ser implantados, el T2 no se obtuvo ningún resultado de desarrollo del plantón siendo motivo para eliminarlo de la investigación.

El T3 conto con 18 individuos de 25 cm de altura o mas y diámetros por encima de los 3 mm, 12 individuos, considerándolos de buena calidad y aptos para la implantación.

El resultado total de los plantines de buena calidad producidos en todos los tratamiento fueron 90, y estos cuentan con las medidas adecuadas de diámetros y alturas para su trasplante en el campo y seguir subsistiendo por si solos en el medio.

Los tratamientos que obtuvieron mejor crecimiento en altura y diámetro, y fueron considerados de buena calidad para ser implantados, fueron el estiércol de chivo y la tierra vegetal. El primer sustrato optimo para el desarrollo del algarrobo tanto en altura como en diámetro fue el T1 compuesto por arena de rio y estiércol de chivo, el segundo sustrato optimo para el desarrollo y producción del algarrobo fue el T3 que estaba compuesto por arena de rio y tierra vegetal.

#### 4.7. VOLUMEN DE SUSTRATO EMPLEADO EN BOLSAS DE POLIETILENO



$$m^3 = 1000000 \text{ cm}^3$$

$$1 \text{ cm}^3 = 0,001 \text{ L}$$

$$1L^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

$$1L = 1 \text{ kg}$$

$$v = 7,5 \times 20 \text{ cm} \times 7,5 \text{ cm}$$

$$v = 1125 \text{ cm}^3$$

$$\frac{1125 \text{ cm}^3}{1000000} = 0,001125 \text{ m}^3$$

$$\frac{1125 \text{ cm}^3}{1000} = 1,13 \text{ L} = 1,13 \text{ Kg}$$

En cada bolsa con dimensiones de 20 cm de alto, 7,5 cm de ancho, la cantidad empleada en cada bolsa es de 1,13 kg de sustrato.

#### 4.8. ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LOS SUSTRATOS EMPLEADOS EN LA INVESTIGACION.

El análisis físico-químico de los sustratos se lo realizo en el Laboratorio de suelos de la UAJMS. En dicho análisis se tomo en cuenta solo el N, PH, P y K, siendo estos los elementos principales y necesarios para el desarrollo de la planta.

A continuación se puede observar los resultados del análisis de suelo de los tres principales sustratos en 1 kg de muestra cada uno, en porcentajes de N, PH, P y K contenidos:



**UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS Y FORESTALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS**

Campus "El Tejar" - Tel. 591-4-6643121 - Casilla 51 - Tarija - Bolivia

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO**

Cliente	ALVARO MOISES MICHEL MIGLINO
Solicitante	Alvaro M. Michel M.
Dirección del Cliente	Calle: Carandayti N° 3137 Barrio: Rosedal
Procedencia: Comunidad/Municipio/Provincia/Dpto.	Ciudad/Cercado/Cercado/Tarija
Sitio de Muestreo	-
Responsable(s) del Muestreo	Alvaro Michel M
Fecha de Recepción de Muestra	5.11.18
Fecha de Ejecución del Ensayo	5 al 16.11.18
Caracterización de la Muestra	-
Coordenadas	-
Altura (msnm)	-
Tipo de Muestra	Guano de Chivo, Tierra Vegetal y Aserrín de Madera
Envase	Bolsa Plástica
Observación:	

LAB	IDENTIFICACION	PROF. (cm)	pH 1:5	C.E. Mmhos/cm 1:5	CATIONES DE CAMBIO meq/100g					C/N	RAS %	PSI %	M.O. %	N.T. %	P Olsen ppm
					Ca	Mg	K	Na	CIC						
0061	Guano de Chivo		8,04				44,91							1,07	105,03
0062	Tierra Vegetal		7,1				3,08							0,97	78,76
0063	Aserrín de Madera		4,88				1,22							0,88	30,68

Tarija, 16 de Noviembre del 2018

- pH
- CE Conductividad Eléctrica
- CIC Capacidad de Intercambio Catiónico
- MO Materia Orgánica
- NT Nitrógeno Total
- P Fosforo Asimilable
- SB Saturación de Bases
- RAS Relación de Adsorción de Sodio
- CTS Contenido Total de Sales
- CO<sub>3</sub> Carbonato



*[Signature]*  
 Ing. Wilfredo Benítez  
 Lab. De Suelos

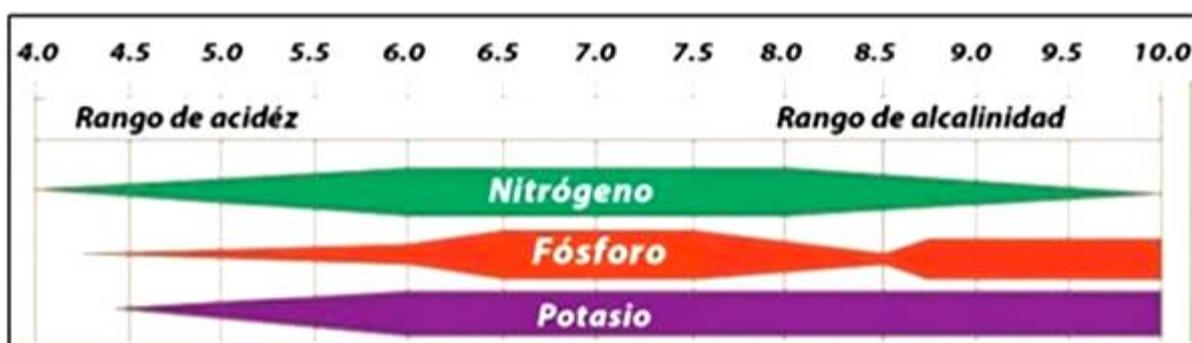
*[Signature]*  
 Ing. Pablo Montaña  
 Lab. De Suelos

Cc: Arch.

**FIGURA N° 6.** Escala de PH con relacion al analisis de suelo.



**FIGURA N° 7:** Rangos de disponibilidad en nutrientes de N, P y K que pueden contener los sustratos.



Con relación al análisis químico de los sustratos para cada tratamiento se obtuvieron los siguientes resultados:

**CUADRO N° 13.** Resultados del análisis químico de los sustratos empleados.

MUESTRAS	CARACTERISTICAS	N	PH	K	P
1	GUANO DE CHIVO	1,07	8,04	44,91	105,03
2	TIERRA VEGETAL	0,97	7,1	3,08	78,76
3	ASERRIN DE MADERA DE PINO	0,88	4,88	1,22	30,68

Interpretación sobre el nivel alto y bajo de elementos beneficiosos y perjudiciales existentes en los sustratos:

**CUADRO N° 14:** Interpretación sobre la cantidad de N, PH, K y P en 1 kg de muestra.

<b>MUESTRAS (1KG)</b>	<b>ELEMENTOS (%)</b>		<b>INTERPRETACION</b>
<b>T1: Estiércol de chivo</b>	<b>N</b>	1,07	De acuerdo al análisis físico-químico en el Lab. Suelos este abono tiene un nivel de 1,07 ppm de Nitrógeno, lo cual indica que su % de oxigenación es bajo pero no lo suficiente como para no beneficiar a los plantones en su desarrollo de crecimiento.
	<b>PH</b>	8,04	De acuerdo al análisis de suelos, en el PH de este sustrato se obtuvo un 8,04 ppm, lo cual indica que no contiene acides, pero si poca alcalinidad, esto quiere decir que el PH es básico, no es perjudicial, y proporciona buena humedad en el sustrato.
	<b>K</b>	44,91	Se obtuvo un porcentaje de 44,91 ppm, de acuerdo al análisis de suelos para el Potasio, lo que significa que la muestra contiene mucha alcalinidad orgánica, siendo esta beneficiosa para el desarrollo de los plantines.
	<b>P</b>	105,3	De acuerdo al análisis de suelo para el Fosforo, se obtuvo 105,3 ppm, esto quiere decir que en 1 kg de muestra de guano de chivo existen 105,3 ppm de este elemento, que es muy beneficioso en el desarrollo de los plantines.

<b>T2:</b> <b>Aserrín de madera (pino)</b>  <b>Sustrato eliminado</b>	<b>N</b>	0,88	En el resultado del análisis para el Nitrógeno de este tratamiento, se obtuvo un porcentaje de ppm de 0,88, lo que quiere decir que este material contiene un alto nivel de acides, siendo toxico debido a las toxinas en las resinas que contiene la madera de pino.
	<b>PH</b>	4,88	El PH obtenido de 1 kg de muestra fue de 4,88 ppm, significa que está entre ligera y moderadamente acida, indicando que este nivel de acides en el PH no es perjudicial para el desarrollo de los plantones.
	<b>K</b>	1,22	El resultado obtenido del análisis de suelo, demuestra que la muestra contiene un porcentaje muy bajo de Potasio, y esto significa que la deficiencia de este elemento provocara una evaporación más rápida de la humedad, y aumentará la temperatura y la acidez en el sustrato, lo cual será muy perjudicial para el crecimiento de los plantones.
	<b>P</b>	30,68	Este porcentaje quiere decir que la muestra contiene un alto nivel de alcalinidad, el cual beneficia el desarrollo de los plantones, pero este es nulo sin la cantidad necesaria de N, PH y K.
<b>T3:</b> <b>Tierra vegetal</b>	<b>N</b>	0,97	En el análisis de suelo se obtuvo un porcentaje de Nitrógeno bajo, lo cual indica que la planta tuvo un proceso poco lento de desarrollo y maduración.
	<b>PH</b>	7,1	En este análisis del PH se obtuvo 7,1 ppm, esto quiere decir que dio un resultado neutro entre acides y alcalinidad, el cual fue beneficioso para el desarrollo normal de los plantones.
	<b>K</b>	3,08	Se pudo comprobar que la muestra contenía un nivel de acidez perjudicial pero no tanto como para afectar el desarrollo de los plantones.
	<b>P</b>	78,76	El porcentaje de Potasio encontrado en 1 kg de la muestra nos indica que es muy elevado, siendo este

			favorable en el desarrollo de los plantones.
--	--	--	--

#### 4.8.1. TEXTURA DE LOS SUSTRATO

Luego de haber concluido con el estudio en el periodo de 13 semanas, se procedió a evaluar la consistencia de los sustratos a través del método de observación, que consistió en extraer el pilón cuidadosamente cortando la bolsa y eliminando esta, se observo si el pilón quedo firme a la altura del tallo y esto se calificara según los siguientes criterios a continuación:

- a. **Ideal:** El pilón se mantiene consistente, no pierde material.
- b. **Aceptable:** El pilón pierde menos del 25% del material.
- c. **No aceptable:** El pilón pierde más del 25% del material.

Resultados:





MATERIA ORGANICA + ARENA DE RIO

Sustrato 3

El pilón se mantiene consistente y no pierde material

**IDEAL**



ARENA DE RIO (testigo)

Sustrato 0

El pilón se mantiene consistente y no pierde material

**IDEAL**

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Se obtuvo un porcentaje de germinación de un 55 %, el cual significa que esta fue regular en la mayoría de los tratamientos.
- Con respecto a la sobrevivencia, en el T1 se obtuvo un 76% de plántones evaluados, siendo este el tratamiento con más número de plántones vivos con relación a los demás, el T2 el porcentaje de sobrevivencia fue el más negativo con solo 24%, pero en este únicamente se tomó en cuenta las plantas pequeñas y débiles que presentaban un desarrollo muy lento. Por otro lado el T3 y T0 se obtuvieron un porcentaje muy parejo pero igual de positivo con 60% de sobrevivencia.
- En los sustratos se observó buenos contenidos de nutrientes muy positivos ayudando al desarrollo de los plántones, pero como también en algunos un poco negativos ya que a la falta de estos el desarrollo será negativo. Todos los sustratos contenían buenos niveles de N, PH, K y P, aunque en algunos un poco más que en otros, el P se encontraba en niveles muy altos pero no ocasionó problemas con relación al desarrollo. Por otro lado quien sufrió los daños fue el T2, el cual se encontró un bajo nivel de N, elevando más el nivel de ácidos, también se encontró un porcentaje muy bajo de K, lo cual resulta una evaporación más rápida de la humedad en el sustrato y así aumentando la temperatura y ácidos al mismo tiempo, siendo esto factores muy negativos y perjudiciales para el desarrollo de las plantas.
- Respecto a la calidad de los plántones, resultó con el T0 quien obtuvo 6 plantas, el T1 con 22 plantas y el T3 con 12 plantas de buen porte para la implantación.
- Se encontró el T1 como el sustrato más óptimo para la producción de plántones de *Prosopis alba Griseb*, el cual estaba compuesto con solo arena de río y guano de chivo.
- El segundo sustrato óptimo para la producción de plántones de *Prosopis alba Griseb* fue el T3, compuesto por arena de río y tierra vegetal.
- En la evaluación de los sustratos se concluyó que el T2 que estaba compuesto por arena de río y aserrín de madera pino, no es bueno como sustrato para la producción en vivero de plántones de algarrobo ya que esta madera tiene resinas tóxicas dificultando el desarrollo primario de los individuos.

## 5.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados de la evaluación de cuatro sustratos para la producción de plantines en vivero de algarrobo (*Prosopis alba Griseb*), se recomienda lo siguiente:

- Se recomienda emplear más cantidad de sustrato en las bolsas para así obtener una producción más satisfactoria con relación al crecimiento de la altura y diámetro de los plantines de algarrobo.
- Prevenir con fungicidas para la aplicación al suelo y así evitar el ataque de plagas como ser las babosas ya que estas son las primeras que atacaran las plantas en estado de madures y desarrollo de las hojas.
- El riego de los plantones tiene que ser frecuente de 2 a 3 veces por semana mínimo, para así obtener una producción exitosa.
- Se recomienda evitar la siembra en tiempos de frio ya que esta especie se desarrolla más en tiempos donde las temperaturas son más elevadas y las precipitaciones son más frecuentes.
- También es recomendable no utilizar químicos para adelantar su crecimiento en vivero, porque puede ser perjudicial para su desarrollo, ya que solo necesita una buena cantidad de agua periódicamente y atrapar la luz solar para su normal desarrollo.