

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

### **1.1. Introducción**

Debido a la situación ambiental los recursos naturales en el departamento de Tarija, se percibe que uno de los mayores problemas se relaciona con el uso agropecuario y forestal del suelo, al no considerar apropiadamente sus potenciales ni sus limitantes agravando la degradación de los débiles ecosistemas, en lo cual esta situación acelera la erosión hídrica por la pérdida de cobertura vegetal afectando la capacidad productiva de los suelos e incrementando el problema de inundaciones y riadas, por otro lado, la actividad pecuaria es ejecutada sin manejo apropiado de los recursos forrajeros ni del ganado debido a que la pobreza permanece en muchas áreas rurales de Tarija, también este factor que influye en la degradación de los recursos naturales del departamento por las reducidas capacidades técnicas, humanas y financieras que limitan el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, con todo ello el propósito, es aplicar técnicas para usos sostenibles de los recursos, donde la planta forestal producida en vivero y destinada para la reforestación, deberá producirse en el corto tiempo posible con todas las condiciones requeridas para su desarrollo, para lograr el éxito en el establecimiento y desarrollo de plantaciones forestales. De esta forma se encuentra y conoce de manera precisa, cuales son las condiciones que necesita una planta o especie para tener un desarrollo adecuado y disminuir el índice de mortalidad y altos costos económicos, debido a los problemas en los campos agrícolas y forestales, en Bolivia para poder mejorar las técnicas de producción, y poder reutilizar las áreas degradadas que se sitúan como impedimento económico de las áreas rurales, es de mucha importancia generar actividades de producción (vivero) y que pueda contribuir a estos dos sectores agrícolas y forestales, para una buena alternativa de mejoramiento de producción.

La moringa y la leucaena son especies que pueden contribuir al mejoramiento de estas áreas degradadas y además contribuyen a la economía ya que son especies

forrajeras de rápido crecimiento por ser usadas tanto para el consumo animal, (forrajera palatables) y uso humano medicinal, dentro de su primer análisis de fases es establecer un vivero para que pueda generar progresivamente la extensión de material vegetal. de manera necesaria es saber escoger la especie arbórea que se establecerá en cuanto a viveros como para los sistemas silvopastoriles, dándole un manejo adecuado, y respectivo seguimiento, para el desarrollo de estas especies citadas, de lo cual se debe tomar consideración al factor natural el éxito y el fracaso de las actividades posteriores que será realizada en los viveros.

## **1.2. Justificación**

El conocimiento con respecto a las dos especies (*moringa oleífera Lam.* y *leucaena leucocephala Lam.*) en el departamento de Tarija-Bolivia es de muy escasa información ya que se está incorporando el uso de estas especies a nivel nacional y como en el departamento de Tarija es aun escaso el conocimiento se pretende investigar sobre los beneficios que puede brindar este estudio, analizando el comportamiento en cuanto a su germinación, crecimiento y adaptabilidad que podría tener las especies para poder ser llevadas al campo, debido que dichas especies son de climas tropicales y sub tropicales y tienen propiedades múltiples, teniendo como parámetros la recuperación de áreas degradadas, promover la implementación de sistemas silvopastoriles, ayuda al mejoramiento alimenticio produce forraje para el consumo animal, dando utilidad a estas dos especies contribuye beneficios medicinales para el consumo humano en la utilización de la *Moringa* para evitar la desnutrición dando propiedades de alto valor proteínico en su consumo para el uso humano y animal *Moringa oleífera* es una planta de rápido crecimiento y fácil propagación, así mismo la *leucaena leucocephala* entre los usos contribuye con forraje para ganado bovino, caprino y ovino, aves de corral, durmientes, cajas también es frecuentemente usada en cercas vivas como leña y carbón y se caracteriza por ser un árbol de rápido crecimiento pudiendo contribuir a los sistemas silvopastoriles.

### **1.3. Hipótesis**

Con la evaluación del crecimiento en diámetro y altura de la *moringa oleífera Lam.* Y la *leucaena leucocephala Lam.* Se lograra verificar su adaptabilidad para su respectivo manejo de las especies en su etapa de vivero.

#### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar el comportamiento en crecimiento de dos especies forrajeras Moringa (*Moringa oleífera Lam.*) Leucaena (*Leucaena leucocephala Lam.*) mediante el análisis de desarrollo en su etapa de vivero.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar el porcentaje de germinación de las especies como parámetro de viabilidad de la semilla.
- Comparar la morfología que se ven asociadas al desarrollo vegetativo de las especies evaluadas; a partir de variables como, diámetro, altura, producción de biomasa, y desarrollo radicular.
- Inferir en la calidad de planta de cada una de las especies según los valores de crecimiento del diámetro basal, y la relación de raíz/vástago, e índice de lignificación.

**CAPÍTULO II**  
**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. Características botánicas de (*Moringa oleífera lam.*)

##### 2.1.1. Sistemática de la *Moringa oleífera*

###### MORINGA

Reino	plantae
Orden	brassicales
Familia	moringaceae
Género	<i>moringa</i>
Especie	<i>Moringa olifera</i>
Nombre binomial	<i>Moringa oleifera.</i>

Sinónimos: (*M. pterygosperma* Gaert., *M. moringa* (L.). Millsp., *M. nux-ben* Perr., *Hyperanthera moringa* Willd., y *Guilandina moringa Lam.*) (Reyes, 2006).

##### 2.1.2. Descripción del árbol

La **Moringa** es de rápido crecimiento su uso en lo ornamental se puede utilizar como arboles de sombra, setos, y barreras corta vientos en lo: agroforestal sirve como la protección contra el viento, sol excesivo y enriquecimiento de la tierra, también es usado para combustible es utilizada como leña, las semillas son de mucha utilidad debido a que son uno de los mejores depurantes y purificadores de agua de lluvia y aguas turbias, también se emplea en la clasificación de miel y del jugo de caña de azúcar, el aceite: La semilla de *Moringa* contiene un 35 % de aceite, es un aceite de muy alta calidad, poco viscoso y dulce, con un 73 % de ácido oleico,

De calidad similar al aceite de oliva. Forraje para animales: Las hojas de Moringa constituyen uno de los forrajes más completos que se puedan imaginar. Son Muy ricas en proteína, vitaminas y minerales y con una palatabilidad excelente, las hojas son consumidas por todo tipo de animales: vacas, ovejas, cerdos, aves, incluso carpas, tilapias y otros peces herbívoros, También es de mucha utilidad para el consumo (humano), Debido buenas características nutricionales y a su alto rendimiento de producción de biomasa fresca. (PANIAGUA, ANTONIO & CHORA, 2006).

Esta especie arbórea tiene como límite de distribución en África central y es originario de la india, pero es incorporada a nivel sud americano, en la Argentina en el departamento de salta, oran y Bolivia debido que ha sido mencionado en santa cruz, Cochabamba Yacuiba, y Villa montes(INTA, 2004), La Moringa es un árbol milagroso, ha empezado a tener gran interés por sus propiedades como alimento extraordinario para la lucha contra la desnutrición y la pobreza en varios países: Paraguay, Argentina, Chile, Perú, Colombia, Venezuela, Brasil, Cuba y países centro americanos y finalmente en Bolivia (INTA, 2004).

### **2.1.3. Generalidades de la *Moringa oleífera Lam.***

La moringa es un árbol de crecimiento muy rápido, de no más de 20 años de vida útil, hasta 10-12 m de altura, que puede desarrollar hasta 3 m en un año bajo condiciones de buena fertilidad del suelo y condiciones termohídricas favorables Presenta copa abierta esparcida de ramas inclinadas y frágiles. La gran resistencia a sequía está dada por su sistema radical pivotante y profundo, y fuerte tensión osmótica, Las flores son blanco color cremosas el fruto es una vaina, similar a una legumbre, contiene de 12 a 25 semillas negruzcas, trialadas, sin endosperma, y con alto contenido de aceite, sus hojas son compuestas, ovaladas de 1 a 2 cm de largo de color verde claro, árbol milagroso, *moringa*, dicho, entre otros, aunque comúnmente se le llama moringa (PÉREZ 2010).

### **2.2. Origen, importancia y distribución de *Moringa oleífera lam.***

La Moringa es un árbol originario del sur del Himalaya, nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán. Se encuentra distribuido en gran parte del

planeta. En América Central fue introducido en el año 1920 como planta ornamental y para cercas vivas. Se encuentra en áreas hasta los 1800 metros sobre el nivel del mar. Esta planta es conocida en Cuba por tilo americano o blanco y todas sus partes son comestibles. Posee alto contenido de proteínas, de vitaminas A, B, C, minerales, además es una de las especies de mayor contenido de aceite con un 35% (SAIZ, 2011).

### **2.2.1. Morfología**

#### **Forma de la copa y fuste**

La *moringa* presenta una copa laxa con forma de parasol teniendo un similar al (*Algarrobo y churqui*) con tronco único más frecuente con varios fustes.

#### **Corteza**

Tiene la corteza suberosa, con ramas colgantes

#### **Hojas**

Las hojas compuestas son ovaladas de 1 a 2 cm de largo color verde, las ramas tiene 20cm de largo.

#### **Flores**

Las flores son blanco-cremosas, fragantes de 2, 5 cm y aparecen generalmente antes de la foliación, en la primavera seca, por lo que son proterantas como muchas Acacias nativas, lapachos, y entre las cultivadas alguna *Santa Rita, árbol de Judea*, y frutales de carozo y pepita. Esto es una ventaja para los polinizadores dados que las flores quedan muy expuestas, sin obstrucción del follaje.

#### **Fruto**

El fruto es una vaina, similar a una legumbre, de sección triangular Contiene de 12 a 25 semillas negruzcas, trialadas, sin endosperma, y con alto contenido de aceite.

### **2.2.2. Características botánicas de la leucaena *Leucocephala lam.***

#### **2.2.3. Sistemática de la leucaena**

Leucaena

Reino	plantae
División	magnoliophita
Clase	magnoliopsida

Orden	fabales
Familia	fabaceae
Subfamilia	mimosoideae
Genero	<i>leucaena</i>
Especie	<i>Leucaena leucosephala</i>

### 2.2.3.1. Descripción del árbol

La **Leucaena** contribuye directamente al aumentar la calidad de forraje a la cantidad ingerido por los animales, de manera que esta especie aporta indirectamente grandes cantidades de nitrógeno al suelo para promover el crecimiento de otras especies en su asociación ya que dicha especie presenta mayor tolerancia alas sequias y es de rápido crecimiento Además, sus restos vegetales, al caer, contribuyen con aporte de materia orgánica. El uso de las ramas delgadas de la leucaena se utilizan principalmente para leña, lo cual implica un ahorro importante para el productor ya que es la forma de combustible más importante utilizado, otro uso que se les da, es la construcción de cercos que protegen pequeñas superficies, como la huerta. Principalmente es para uso propio pero también las vende, convirtiéndose en una entrada económica importante, de acuerdo a lo dicho anteriormente. Estas ramas se obtienen de la poda de los individuos y de aquellos que se extraen para hacer aprovechamiento del espacio. Las hojas y las semillas tiernas se utilizan como forraje para las cabras, bovinos, ovejas, aves de corral, también para estanques de piscicultura; en construcciones livianas, pisos, durmientes, cajas, y como madera para tableros de partículas y de fibra. También es frecuentemente empleada en la fabricación de postes para construcción y cercas, como leña y carbón de alta calidad. Convirtiéndose en un complemento importante para el uso de esta especie. En su límite de distribución esta especie fue implementada en Asia y África debido que esta especie es de América central como Nicaragua, Honduras y se extendió en los países sudamericanos como la Argentina, Bolivia, Paraguay debido que esta especie es considerada de alto valor nutricional forrajera (TRUJILLO, 2009).

### **2.2.3.2. Descripción de *Leucaena leucocephala* lam.**

La leucaena es un árbol de 2 a 6 metros de altura con ramas pubescentes cuando jóvenes y se forman glabras mediante van creciendo las estipulas son triangulares son diminutas y caducas, las hojas son bipinadas, La madera de la *Leucaena leucocephala* presenta una densidad promedio de 0.5 a 0.7 g/cm<sup>3</sup>, y se caracteriza por ser poco durable pero de textura fina, presentar albura color amarillo pálido y duramen rojizo café claro (NAS, 1977).

Es fácil trabajar y se seca también de manera sencilla, sin sufrir grietas o rajase, Es susceptible al ataque del comején y gorgojos de la madera, junto con la madera, del árbol ofrece sus vainas para obtener tintas, de la corteza se extrae una goma como material para artesanías; su follaje sirve de sombrío y los rebrotes se pueden manejar para la producción de varas tutoras, sus flores De gran valor para la producción de miel, tienen un diámetro altura al pecho 25 cm tronco usualmente torcido y se bifurca a diferentes alturas sus ramas son cilíndricas ascendentes desarrolla ramas finas cuando crece aislado( SOSA ET, AL 1999).

### **2.2.3.3. Morfología**

#### **Forma de la copa y fuste**

La copa es de forma redondeada ligeramente abierta y rala.

#### **Corteza**

Externa ligeramente fisurada gris negruzca, con abundantes lenticelas longitudinales protuberantes.

#### **Hojas**

Sus hojas son alternas bipinnadas de 9 a 25 cm de largo verde grisaseo y glabras foliolos de 11 a 24 pares de 8 a 15 mm de largo elípticos y algo oblicuos.

#### **Flores**

Cabezuelas con 100 a 180 flores blancas de 1.5 a 2.5cm de diámetro pétalos libres, cáliz de 2,3 cm a3, 1.

#### **Frutos**

Vainas oblongas, estipitadas, en capítulos foliares de 30 o más vainas de 11 a 25 cm de largo por 1,2 a 2,3 cm de ancho, verdes cuando esta tiernas y café cuando están maduras contienen de 15 a 30 semillas.

#### **2.2.3.4. Características de las semillas forestales**

Las semillas forestales son el órgano de propagación dominante es muy especializado y para su estudio se debe tomar en cuenta distintos factores la semilla es el medio a través del cual la gran mayoría de los árboles se propagan de una generación a otra.

La reproducción sexual implica una completa serie de procesos biológicos que se desarrolla de la siguiente manera: floración, polinización, fertilización y finalmente la formación de las semillas, la floración varía entre los órganos más juveniles y los maduros las especies presentan un periodo juvenil de inmadurez sexual varía dentro de la madurez. Tipo de polinización: auto polinización dentro de la misma flor o polinización cruzada entre flores distintas aunque sea de la misma planta. Desarrollo de embrión: después de la fecundación empieza el desarrollo del embrión puede tardar entre 1 a 2 años algunas semillas necesitan post maduración y es traída en frío y otras recogerlas antes que maduren.

#### **2.2.3.5. Estructura de las semillas**

Se pueden observar diferentes partes de una semilla el embrión tiene su núcleo generativo del grano del polen con la ovocélula que se encuentran en el caso embrionario las células diploide, resultantes 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 externas y por diversas divisiones mitóticas, siempre transversales forma una estructura denominada suspensor que tiene como misión unir el embrión a los otros tejidos del rudimento embrionario.

**Endospermo secundario:** procede de la función de un núcleo generativo con los dos núcleos centrales del saco embrionario, formado por tejido triploide esto ocurre en las angiospermas. Para el caso de las de las gimnospermas el tejido nutritivo es

haploide y se denomina endospermas primario el endospermo es un tejido de reserva que proporciona nutrientes al embrión y durante las primeras fases del desarrollo de la planta pero en algunas especies tienen un tejido de reservas adicional formado por células de la nucelula, parte del rudimento seminal y que forma el denominado perispermo, por lo tanto tendríamos tejido formado por perispermo y endospermo, en cualquier de los casos las células nutricias almacenan grano de almidón y proteínas que pueden formar gránulos amorfos llamados glútenes o complejos proteicos cristalizados llamados granos de aleurona.

**Cubiertas protectoras:** estas envueltas de las semillas se originan principalmente a partir del tegumento interno y externo del rudimento seminal que se convertirá en el tegmen y la testa de la semilla, respectivamente conjuntamente se denomina epispermo o cubierta seminal.

#### **2.2.3.6. Calidad de las semillas**

Es de mucha importancia contar con la información confiable sobre la calidad de la semilla para operaciones tales como, planeación de la recolección, procedimientos para el procesamiento y monitoreo de la calidad del producto, comercialización almacenamiento y siembra por lo cual se necesita métodos de análisis confiables, para asegurar resultados uniformes y replicas, en el análisis de las semillas forestales las pruebas mínimas incluyen contenido de humedad, pureza, peso de semilla y porcentaje de germinación debido a que la información será requerida para el usuario (ISTA, 1993).

### **2.3. Producción de plántones en los viveros forestales**

Los viveros forestales constituyen el primer paso en cualquier programa de repoblación forestal se define como sitios destinados a la producción de plantas forestales en donde se les proporciona todos los cuidados requeridos, para ser trasladada al terreno definitivo de plantación las necesidades de la producciones de viveros en programas de forestación se debe básicamente a que en el vivero la inversión económica es mínima en lo referente a la preparación del sitio,

fertilización, y preparación del sitio y mantenimiento, además el vivero puede tener un mejor control durante el tiempo de producción de las plantas, para lo cual los viveros forestales de acuerdo con la permanencia y la magnitud se clasifican en viveros temporales y permanentes.

**Viveros permanentes:** son fijos, y son aquellos que producen gran cantidad de plantas todos los años.

**Viveros temporales:** son llamados volantes son pequeños viveros que se establecen en el mismo lugar, a realizar plantación, por una temporada (JIMENES, 2002).

## **2.4. Siembra en viveros**

La siembra por lo general se realiza en almacigueros o en semilleros envasados individuales, se debe tener en cuenta cuando se eligen envases individuales para la siembra y escoger un buen medio de germinación y de crecimiento. Existen variedades y cada una tiene diferentes características, en gran parte el éxito de la siembra depende de la clase y la calidad del lote semilla de ello depende la homogeneidad en tallas de la época y la profundidad en que la siembra se realiza y la densidad de la semilla (JIMENES 2002).

### **2.4.1. Sustratos**

El sustrato que se usa para llenar los envases y almacigueros tienen que cumplir varias funciones: dejar entrar y retener el agua, ser ricos en nutrientes, blandos para que la raíz pueda crecer y no desarmarse cuando se saque del envase, por lo general es difícil encontrar la tierra perfecta lo cual se prepara un sustrato mezclado con distintos materiales como arena, mantillo, lombricompost, abono, tierra, donde la mezcla se hace por medio de zarandas para que sea fina y no contenga piedras, basuras, o terrones, amasando un poco el sustrato se prueba si la mezcla puede retener agua y los nutrientes (INTA 2002).

### **2.4.2. Riego**

El riego se debe considerar como de mucha importancia debido a que la pérdida excesiva de humedad del suelo ocasionan que las semillas se sequen y se pierdan los beneficios obtenidos con los tratamientos, pre germinativos ya que la germinación se reduce, también se debe tomar en cuenta la presión del agua pues puede ocasionar que las semillas se desentierren y queden expuestas lo cual ocasionaría su desecación, por otra parte dándole el exceso de humedad promueve el decaimiento de la germinación por lo que, lo entran el mal de semillero (damping off), y ocasiona también que lo afectan otros patógenos( LUGANO,L. 2001).

### **2.5. Sistemas de producción**

Los sistemas de producción son aquellos métodos que permiten propagar y manejar plántulas forestales en los viveros.

De la adecuada selección del sistema de producción de las plántulas forestales depende la calidad de plantas:

- El costo por planta
- La cantidad de terreno requerida en el vivero
- Costo de la reforestación
- La facilidad de transporte del material
- El desarrollo de los árboles en el campo

### **2.6. Selección de la especie**

En el proceso de selección de las especies forestales se toman en cuenta varios aspectos tales como el diagnóstico participativo de la comunidad, el mercado para futuros productos, las características del sitio donde se establecerán los árboles, y requerimientos edafoclimáticos de la especie, el objetivo de la plantación tomando en consideración los criterios ecológicos y económicos de su uso. (FOSEFOR, 2002).

## **2.7. Selección de terreno de plantación**

En la selección del terreno se debe considerar el objetivo de la plantación forestal se pueden establecer en laderas, terrenos planos o quebrados, a las orillas de fuentes de agua pero tomando en cuenta los posibles daños que pueden causar los animales domésticos. (FOSEFOR, 2002).

## **2.8. Plantas producidas en bolsas**

Este método presenta como ventaja la posibilidad de elegir el tamaño de la bolsa y facilidad para la producción de las plantas de excelente calidad se puede elegir sustratos a emplear y es de fácil control de las plagas y enfermedades durante la producción generalmente, da como resultados altos porcentajes de sobrevivencia en campo. (FOSEFOR 2002).

## **2.9. Plantas producidas a estacas**

Este método es muy práctico de producir material para el establecimiento de plantaciones forestales, dentro de sus ventajas esta la facilidad de producción en viveros bancales, facilidad de transporte y plantación, bajos costos de producción y transporte, tiene altos porcentajes de sobrevivencia en el campo. (FOSEFOR, 2002).

### **2.9.1. Selección de plantas**

La calidad del material a plantar es un factor determinante para el éxito de la plantación, la selección es un proceso que empieza en el vivero y llega hasta la plantación, solamente deben ser plantadas aquellas plantas que posean las siguientes características:

- Tamaño adecuado 30-40 cm
- Bien lignificado su tallo, sin defectos ni deformaciones
- Sin bifurcaciones
- Sin problemas de plagas, enfermedades ni daños mecánicos
- Buen desarrollo radicular

### **2.9.2. Transporte**

Es importante garantizar un transporte seguro y cómodo ya que la gran parte de la sobrevivencia de las plantas depende de su traslado al campo, hay diferentes formas para transportarlas como camiones, carretas, y transporte humano.

Durante el transporte y la manipulación de las plantas, se puede producir daños mecánicos que se debe evitar en la medida de las posibilidades es importante seleccionar aquellas que presentan problemas y eliminarlas. (FOSEFOR 2002).

### **2.10. Tratamiento pre germinativo**

- Estimulan la germinación
- Rompen la latencia física o fisiológica
- Producen plantas homogéneas en menos tiempo
- Reduce costos evita riesgos
- Evita la perdida de semillas

#### **2.10.1. Clases de tratamientos**

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

#### **2.10.2. Tratamientos con agua**

Remojo de la semilla en agua a temperatura ambiente en un recipiente se colocan las semillas, con agua suficiente para cubrirlas, se remoja un tiempo determinado, dependiendo de las características de la semilla normalmente de 24 a 48 horas y se colocan a germinar. Con los tratamientos con agua se produce una penetración de agua y oxígeno al interior de la semilla y se activan los procesos de germinación, después de aplicar el tratamiento se debe separar las semillas hinchadas y repetir con las restantes, las semillas hinchadas deben sembrarse inmediatamente. (FOSEFOR, 2002).

### **2.10.3. Tratamientos químicos**

Se trata de debilitar o alterar la permeabilidad de la cubierta de la semilla usando ácidos, en la naturaleza es cuando los animales comen los frutos mediante los jugos gástricos desgastan las cascaras de la semilla dejándoles en condiciones de germinar al momento de ser defecado si la producción de plantas en viveros es grande se usan ácidos diferentes concentraciones como el clorhídrico nítrico o sulfúrico u otras sustancias. (COLOMBIA-SEO, 2011)

### **2.10.4. Tratamientos hormonales**

Estimulan mediante la aplicación externa, los procesos bioquímicos que dan origen a la germinación cuando se aplica el ácido giberico (giberelina) también han encontrado resultados positivos con auxinas y citoquininas es necesario tener en cuenta la concentración y dosis recomendada para cada especie y en especial si la cubierta de semilla es impermeable, es necesario realizar algunos de los tratamientos antes descritos para garantizar la penetración. (COLOMBIA-SEO, 2011).

### **2.10.5. Combinación de tratamientos**

En ocasiones el uso de los tratamientos simultáneos mejora la germinación normalmente la combinación ideal es con agua antes de la siembra, dado que la inhibición es un proceso que de todas maneras tiene que sufrir la semilla durante la germinación en el vivero con agua de riego al introducirla previamente inhabilidad se gana tiempo y es más factible éxito (COLOMBIA-SEO, 2011).

### **2.10.6. Tipos de germinación**

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

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 diferentes de germinación: epigea e hipogea (ROST, Th.et al.1997).

### **2.10.7. Germinación epigea**

En las plántulas denominadas epigeas los cotiledones emergen del suelo debido de un considerable crecimiento del hipocotilo (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 actúan como si fueran hojas. Finalmente, comienza el desarrollo del epicotilo (porción del eje comprendida entre el punto de inserción de los cotiledones y las primeras hojas (ROST, Th.et al.1997).

### **2.10.8. Germinación hipogea**

En la plántulas hipogeas, los cotiledones permanecen enterrados, únicamente la plúmula atraviesa el suelo, el hipocotilo es muy corto, prácticamente nulo. Luego el epicotilo se alarga, apareciendo las primeras hojas verdaderas, que son en este caso, los órganos fotosintetizadores de la plántula. Este tipo de germinación lo presentan las semillas de los cereales trigo, maíz, cebada, etc. (ROST, Th.et al.1997).

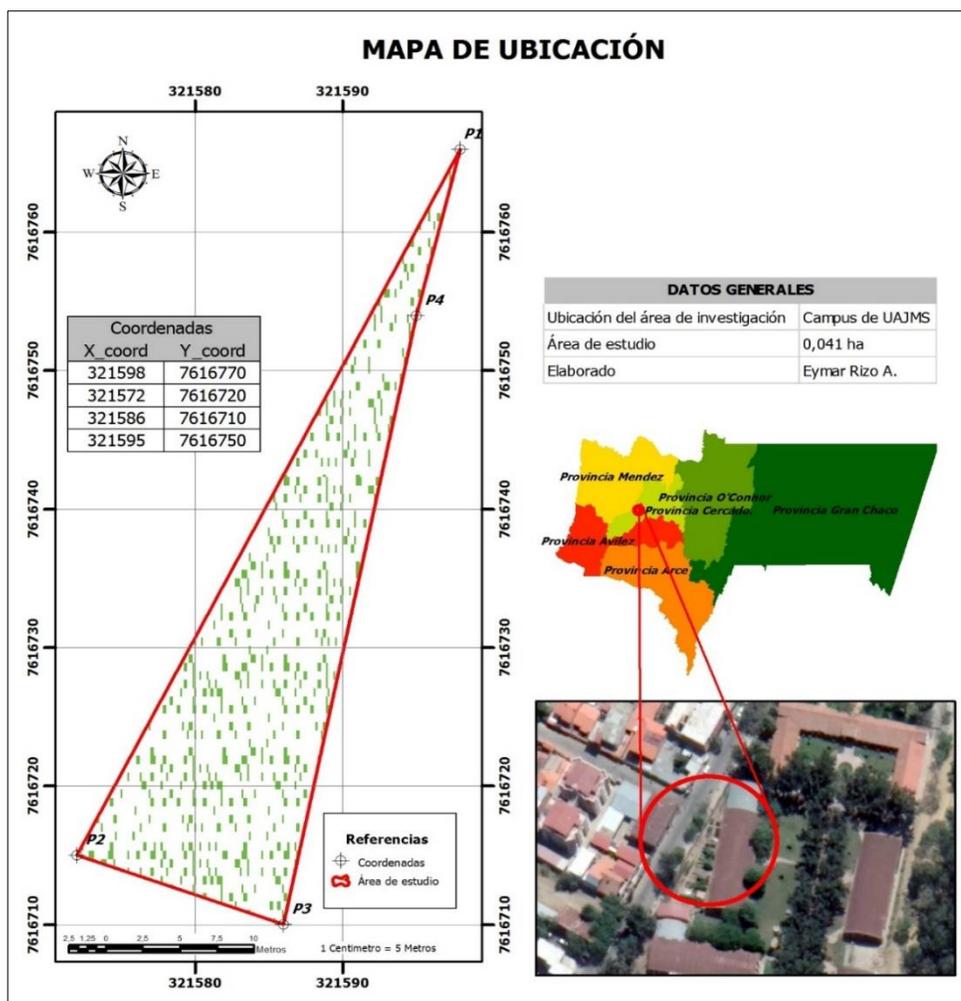
**CAPITULO III**  
**MATERIALES Y METODOS**

## CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Ubicación de la zona de estudio

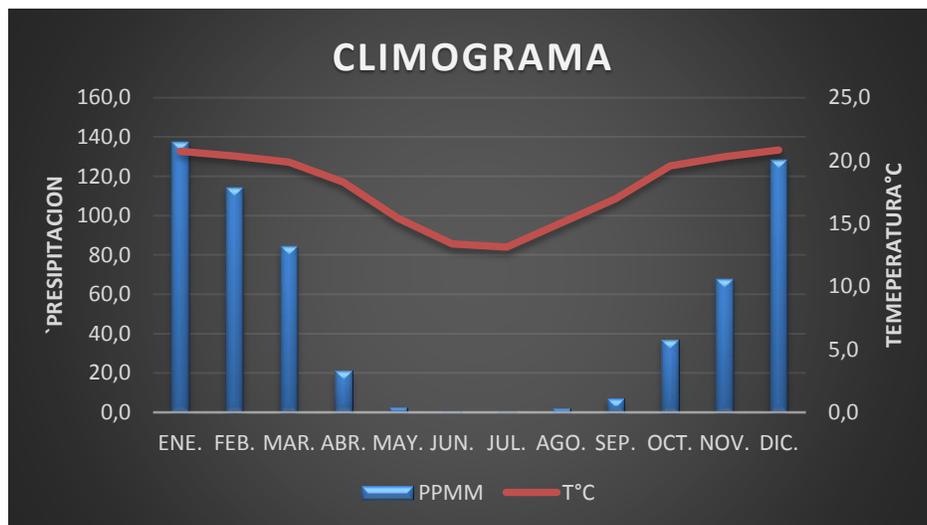
#### 3.1.1. Localización

La investigación está ubicada, en la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, de atrás de los laboratorios de investigación de suelos Coordenadas  $21^{\circ}32'46''S$   $64^{\circ}43'22''W$  altura 1840 m.s.n.m.



### 3.1.2. Clima

La provincia Cercado presenta varios tipos climáticos, determinados por la orografía, altitud sobre el nivel del mar y orientación de las pendientes. En general, el verano se caracteriza principalmente por vientos dominantes del sud sudeste, una temperatura máxima 35°C la humedad relativa alta, masas de aire inestables de 60 % produciéndose precipitaciones aisladas de alta intensidad, corta duración, por otro lado el invierno se caracteriza por temperaturas, humedad relativa generalmente bajas, la ausencia de precipitaciones. El invierno también está asociado a la llegada de frentes fríos provenientes del sur (Patagonia, Argentina), llamados "surazos", que traen consigo masas de aire frío, dando lugar a veces a temperaturas de muy baja intensidad de -9°C en los meses de mayo, julio, agosto. (SENAMHI, 2016).



**Grafico 1** Climograma en relación a la temperatura y precipitación

#### Temperatura

La temperatura promedio 17.8°C y de 26.1°C en invierno pueden bajar hasta extremos -2 a -9°C por las noches causados por el ingreso de periodos cortos con “surazos” vientos fríos y húmedos y en verano pueden llegar a subir hasta 35°C (SENAMHI, 2016).

### **3.1.3. Fisiografía**

En el municipio se pueden encontrar paisajes correspondientes a dos formaciones fisiográficas: Cordillera oriental y del sub andino.

#### **Cordillera oriental.**

##### **a) Montañas**

Las montañas constituyen el gran paisaje, más característico de la Cordillera Oriental. De acuerdo a su amplitud de relieve presenta a nivel de paisaje Montañas altas y medias, se encuentran flanqueando el Valle Central de Tarija, en el sector Noroeste, más propiamente por las inmediaciones de las comunidades de Calderilla Grande y Calderilla Chica, con montañas altas y montañas medias, también se presentan por el lado noreste, por las comunidades de Llanadas, Hoyadas y Papachacra. Las pendientes son generalmente extremadamente escarpado >60%, con mucha rocosidad y pedregosidad superficial.

##### **b) Serranías**

Las serranías a nivel de paisaje son altas, medias y bajas, de formas elongadas con cimas subredondeadas, irregulares, cuyas divisorias de aguas son perfectamente discernibles; la disección varía de moderada, fuerte a muy fuerte, donde las pendientes varían desde fuertemente escarpado de 30 a 60% a extremadamente escarpado > 60%. La cantidad de piedras y rocas superficiales varía desde poca a mucha. El material a partir del cual han sido modeladas las serranías es preponderantemente de origen sedimentario, como areniscas, lutitas, limonitas y arcillita, con intercalaciones de rocas metamórficas como cuarcitas.

##### **d) Piedemontes**

Los piedemontes tienen ligera, moderada hasta fuerte a muy fuertemente disectación. Este gran paisaje presenta inclusiones de llanuras de piedemonte. Pendientes varían desde ligeramente ondulado (2-5%), ondulado (5-8%), fuertemente ondulado (8-15%), moderadamente escarpado (15-30%) y fuertemente escarpado (30-60%), sin o con poco afloramiento rocoso, pero con abundante pedregosidad superficial.

### **c) Llanuras**

Las llanuras fluvio lacustres, aluviales y fluvio glaciales están surcadas por cursos de agua que le imprimen una disección que varía desde ligera, moderada, fuerte a muy fuerte disectación. Las pendientes varían generalmente desde plano casi plano (0-2%), ligeramente ondulado (2-5%), ondulado (5-8%), fuertemente ondulado (8- 15%), con pendientes fuertemente onduladas en los "badlands", sin afloramientos rocosos y con pedregosidad superficial entre ninguna a abundante.

### **Subandino**

#### **a) Serranías**

Las serranías son los grandes paisajes dominantes del Subandino se tipifican por presentar una marcada orientación norte-sur, como también un fuerte control estructural por plegamientos y fallas.

Las serranías se clasifica a nivel de paisaje en media y baja, presentando cimas variables, estrechas, elongadas y aserradas, con divisorias de aguas discernibles, mostrando una disección entre moderada a fuerte y pendientes entre fuertemente escarpados (30-60%) y extremadamente escarpados (>60%), con afloramientos rocosos y pedregosidad superficial generalmente comunes, aunque son dominantes en las pendientes superiores (INE/PNUD 2005).

#### **3.1.4. Suelo**

Las llanuras fluvio lacustres fueron cuencas cerradas ocupadas por cuerpos lacustres que se rellenaron con aportes de material transportado de las pendientes circundantes. Además, en la cuenca lacustre de los alrededores de la ciudad de Tarija, se sedimentaron cenizas volcánicas provenientes de actividad volcánica. Sobre los sedimentos fluvio lacustres se han depositado materiales coluviales. En las terrazas aluviales, a lo largo de las márgenes de los ríos Guadalquivir, Sella, Pinos, El Molino, Tolomosa, Santa Ana, Yesera y Tarija, se tiene la acumulación y posterior entallamiento y profundización de los ríos mencionados, las llanuras fluvio-glaciales, aledañas a las montañas que fueron afectadas por glaciación, forman un paisaje

suavemente ondulado y se ubica en una pequeña región por la comunidad de pinos sud, los suelos se desarrollaron a partir de la deposición de sedimentos en forma periódica en el caso de las llanuras aluviales, de sedimentación continua de un antiguo lago en el caso de la llanura fluvio lacustre y de la deposición acumulada de sedimentos con clastos de muy pobre selección, producto de la pos glaciación en el caso de las llanuras fluvio glaciales. Todas las llanuras presentan una estratificación horizontal demarcada, con mezclas de clastos subredondeados. Se encuentran suelos desde poco hasta bien desarrollados, tanto calcáreos como también con iluviación de arcilla. Son moderadamente profundos a muy profundos, bien a moderadamente bien drenados, con texturas franco arenosas a franco arcillosas, frecuentemente con cantidades variables de fragmentos gruesos y con la estructura generalmente en bloques subangulares. En general, las llanuras muestran signos de erosión laminar y en surco ligera a moderada, mientras, la erosión es severa a extrema en cárcavas y laminar, el pH varía de 7 a 9, la mayoría de los suelos no son salinos ni sódicos, el contenido de materia orgánica es bajo y la disponibilidad de nutrientes baja a muy baja (NAVARRO Y G.Y.M.MALDONADO, 2002).

### **3.1.5. Vegetación**

En la provincia Cercado del departamento ay una serie preliminar debido que predomina *Prosopis alpataco-Acacia caven*. Bosques bajos espinosos y abiertos, dominados por el Churqui tarijeño (*Acacia caven*), que actualmente constituyen la vegetación del nivel altitudinal basal del amplio valle o cuenca central de Tarija; aparentemente constituyen una vegetación secundaria permanente (disclímax) estabilizada por el uso humano intensivo de estos valles desde hace siglos, siendo difícil por estas razones deducir actualmente la vegetación original. (MALDONADO, 2002).

### **3.2. Aspectos socioeconómicos**

Los sectores agropecuario y forestal son los que ocupan directa e indirectamente a la mayor proporción de la fuerza de trabajo en el departamento de Tarija, provincia cercado las actividades que emprenden dichos sectores, los rendimientos que alcanzan

y sus posibilidades de desarrollo determinan en gran medida el nivel de vida de la población departamental. La pequeña propiedad agraria familiar es el tipo de explotación agropecuaria más generalizado, aunque existen también unidades empresariales, cooperativas e incluso comunitarias en el caso de los pueblos originarios. Se puede afirmar que esta agricultura de pequeña talla, mayormente ligada al mercado y con técnicas de producción diversas, según los rubros y las zonas, constituye el sostén de la población rural del departamento y al mismo tiempo es la base de la oferta de bienes alimenticios, específicamente tubérculos, cereales, legumbres y hortalizas, frutas, carnes y otros productos pecuarios, destinados a los centros urbanos del departamento (ZONISIG 2001).

### **3.3. Materiales y métodos**

#### **3.1. Material biológico**

Semillas de *Moringa oleífera* Lam. Y *Leucaena leucocephala* Lam.

#### **3.2. Equipos**

- ✓ Cámara
- ✓ Computadora
- ✓ Calculadora

#### **Herramientas de campo**

- ✓ Pala
- ✓ Tamizador
- ✓ Regla
- ✓ Pie de rey
- ✓ Bolsas para la siembra
- ✓ Planillas de control de germinación
- ✓ Tierra negra 90% + 50% limo
- ✓ Malla media sobra

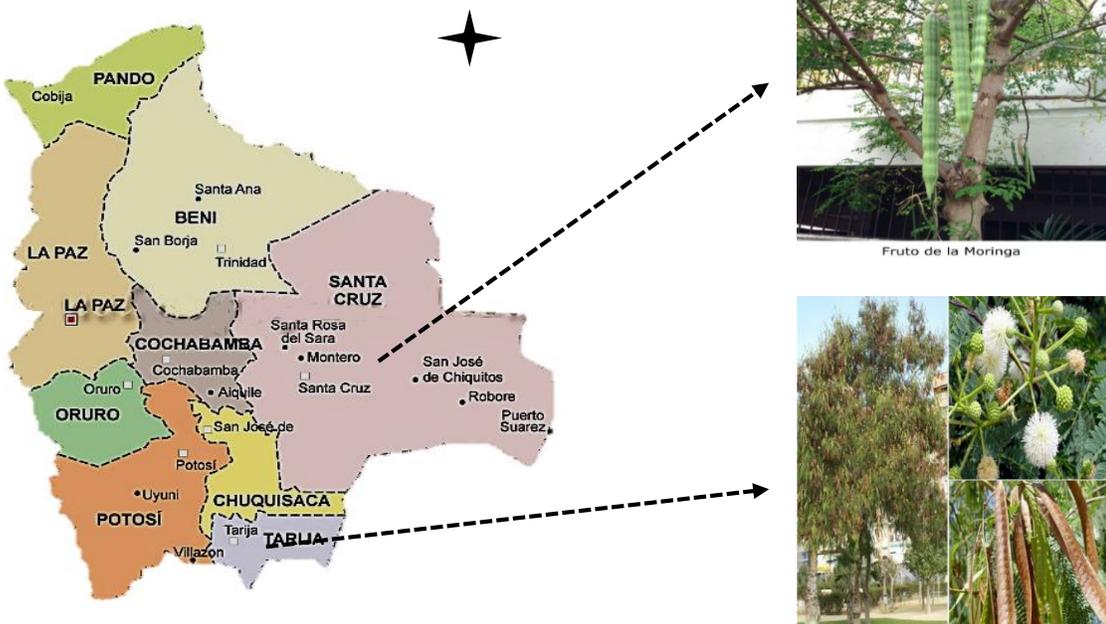
- ✓ Ladrillos para el acomodado de las platabandas
- ✓ Cinta métrica

### Material de laboratorio

- ✓ Balanza de alta precisión
- ✓ Horno de laboratorio

#### 3.3.1. Recolección de los frutos

La procedencia de la fuente semillera de las especies fue de Tarija, y Santa Cruz).  
 La especie *leucaena* fue obtenida en los alrededores de la Universidad Juan Misael Saracho de la provincia Cercado del departamento de Tarija coordenadas 21°54'49''S 64°20'33''W ,mientras que la *moringa* fue obtenida de fuentes semilleros del señor (Leonardo navarro) en Santa cruz Bolivia, ubicada en la Pampa de la isla sexto anillo avenida virgen de Cotoca, coordenadas 17°,46'56''S 63°06'36,5''W luego del recolecto se procedió al seleccionando de las semillas en función de su apariencia externa como libre de hongos, orificios por daños de insectos, tamaño (se eliminaron las semillas pequeñas).la cual se extrajeron un total 320 semillas 160 de cada especie.



**Fruto de  
leucaeae**

**Figura 1** Ubicación de la semilla y su procedencia

**3.3.2. Procedimiento experimental**

El diseño empleado es completamente aleatorizado (D.C.A) en cual las mediciones se le realizaron al promedio de 6 plántulas por especie en cada repetición; para evaluar las variables altura, diámetro basal, sobrevivencia, porcentaje germinación, calidad de la planta (índice de lignificación). Complementariamente se destruyó 1 planta de cada especie en el estudio, para poder calcular el peso seco y fresco del tallo y la raíz por vástago. La evaluación se realizó por un periodo de 10 semanas, en el cual se realizaron las mediciones correspondientes a cada variable. Se trabajó con un total de 320 semillas 160 de cada especie donde se pondrá 2 semillas por maceta.

**Las características del diseño fueron:**

Número de especies: 2

Numero de repeticiones: 4 por especie

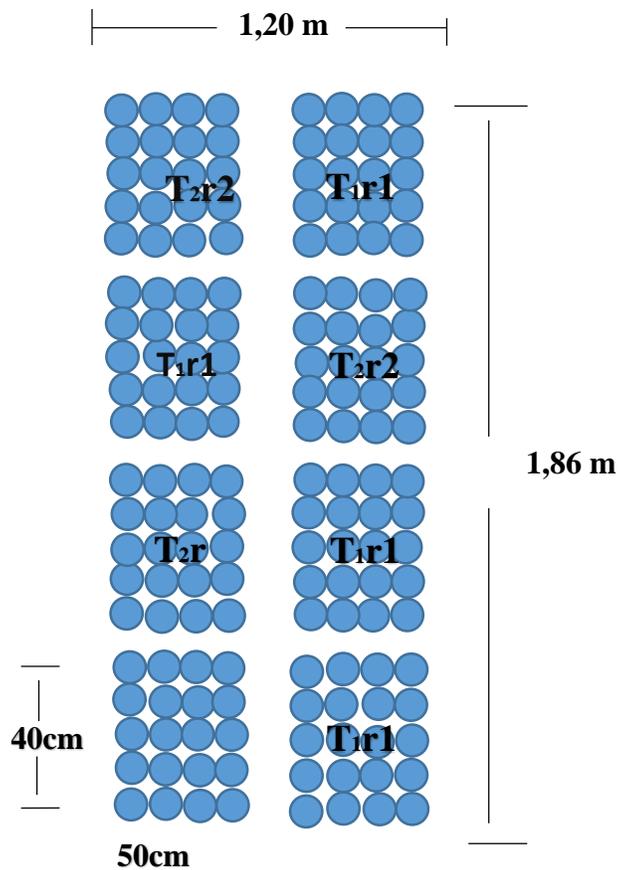
Numero de platines por tratamiento 160

Numero de tratamientos: 2 tratamientos

Tamaño de la población: 320

N° de plantas de Unidad experimental: 20

N° Unidades a evaluar 6



**Figura 2.** Unidad experimental

### 3.3.3. Construcción del vivero

Se construyó un área de germinación, y sus dimensiones fueron: de (40 cm x 50 cm). Lo que se hizo la unidad experimental, para el ancho y largo fue de (1,20m x 1,86 m) haciendo un total de 2,23m<sup>2</sup> (figura 2. Unidad experimental).

### 3.3.4. Establecimiento del vivero.

El área donde se realizó el establecimiento del vivero fue seleccionada después de realizar una inspección para evaluar las condiciones de vivero, tomando en cuenta

algunos criterios como: agua disponible y protección para evitar daños por animales o seres humanos.

### **3.3.5. Preparación de platabandas**

Primeramente se realizó una limpieza de las malezas existentes, remoción y nivelación del terreno, medición y diseño de la platabanda, cuyas dimensiones fueron de: 1,20 metros de ancho x 1,86 metros de largo presentando en forma rectangular se usó estacas para delimitar el área, cuya profundidad será de 8 cm bajo el suelo con el objetivo de acomodar mejor las bolsas.

### **3.3.6. Preparación del sustrato**

Se preparó (0.496 m<sup>3</sup>) de sustrato 50% limo con una proporción 90% tierra negra (0,892 m<sup>3</sup>) luego de mezclar la preparación consistió únicamente en el colado utilizando tamizador, palas, carretillas para este trabajo.

### **3.3.7. Llenado y arreglo de bolsas**

Se usaron bolsas negras de polietileno con dimensiones de 16cm ancho x 25cm alto y el llenado se hizo manualmente dejando las bolsas firmes.

## **3.4. Siembra de semillas y manejo del ensayo**

Primeramente se regaron las macetas antes de sembrar, de modo que el sustrato tenga suficiente humedad, así mismo, se selecciona las semillas en función de su apariencia externa como libre de hongos, orificios por daños de insectos, tamaño seguidamente se procedió a la siembra directa de las semillas a una profundidad de 2 cm para la *M. oleífera Lam.* Y 1 cm para la *L. leucocephala Lam.* Esto según el tamaño de las semillas ya que la teoría indica que entre más grande sea la semilla, la profundidad de siembra será mayor, estableciéndose como regla que la profundidad de siembra debe ser el doble del tamaño de la semilla.

## **3.5. Variables evaluadas**

### **3.6. Germinación**

Se realizó mediante conteo diario para documentar la cuantificación del número de plántulas germinadas, en relación a la cantidad de semillas depositadas por bolsa. En

vista que se sembraron dos semillas por bolsas en el conteo diario solo se consideró una germinación por bolsa para obtener el porcentaje de germinación.

### **3.6.1. Altura**

Los datos de esta variable se recolectaron semanalmente. Para ello se usaron una regla milimetrada, y flexometro realizando la medición desde la superficie de la bolsa hasta el ápice terminal de la planta durante 10 semanas de medición en el experimento.

### **3.6.2. Diámetro basal**

Se realizó de manera semanal, para ello se usó un vernier metálico realizando la medición a ras de la base de la planta durante las 10 semanas, Esta variable será el indicador de la calidad de la planta.

### **3.6.3. Comportamiento de la raíz**

El crecimiento del sistema radicular de la plántula se pesó el experimento con una balanza de precisión. El comportamiento de acuerdo a la producción de biomasa se evaluara través del ensayo destructivo. Para ello, se destruyó 1 planta de cada especie durante el periodo de 10 semanas y se pesó la raíz tanto en fresco como en seco.

### **3.6.4. Índice de lignificación**

Este parámetro se utilizó como indicador de la calidad de planta de cada especie. En sentido, el índice para su cálculo 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 fórmula propuesta por Sáenz *et al.*, (2010) la siguiente:

$$IL = \frac{\text{Peso seco total de la planta}}{\text{Peso humedo de la planta}} * 100$$

El Peso seco total de la planta (gr): Se obtuvo 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.

### **3.6.5. Tratamiento pre germinativo**

Se realizó un tratamiento antes de la siembra las semillas en remojo de las dichas especies en recipientes por unas 24 horas para poder penetrar su testa y tener una rápida germinación al momento de hacer la siembra directa.

## **3.7. Labores culturales**

### **3.7.1. Riego**

Se realizó día por medio debido a la que la especie *Moringa oleífera Lam.* no presenta un buen comportamiento con exceso de agua debido que presenta su raíz pivotantes por lo cual esta especie tiende a acumulación de agua en sus raíces, el exceso de agua hace que la carezca de estrés ala plántula llegando a la pudrición de dicha especie, recíprocamente en la *Leucaena leucocephala Lam.* El exceso de agua se verifico estrés hídrico causado (oídio cenizo), produciendo manchas foliares, con este motivo se determinó el riego día por medio.

### **3.7.2. Raleo**

Cuando las plántulas alcanzaron una altura promedio 5cm se realizó una labor de raleo a todas aquellas que existían más de una planta con el fin de evitar la competencia entre ellas.

### **3.7.3. Deshierbe**

Se realizó esta labor cultural con el propósito de obtener plántulas vigorosas evitando las malas yerbas o yuyos que perjudican al crecimiento óptimo de la plántula.

### **3.7.4. Pureza**

Para el análisis de pureza se tomó de cada especie una muestra de menos de 1000 semillas por lo que se contó la cantidad de semillas con las que se contaban después se procedió la separación de las semillas pura y de las impurezas para las dos especies

Las cuales algunas contaban con restos de frutos y con ataque de insectos gorgojos en el caso de la leucaena, para la moringa oleífera se verifico la impureza contaba restos del fruto.

Se procedió a sumar tanto como las impurezas de cada especie se hizo la sumatoria de ambos para obtener el peso total con estos datos se calculó el porcentaje de pureza (ver resultados en el cuadro N° 1) mediante la siguiente formula:

$$\% = \frac{\text{peso de semilla pura}}{\text{peso total de la muestra}} * 100$$

Este procedimiento se aplicó como se describirá a continuación para cada una de las especies dichas.

### 3.7.5. Peso de las semillas

Primeramente se realizó el conteo se hizo el conteo de 320 semillas 160 para cada especie después se realizó el pesaje de la misma con ese dato se pudo obtener el número de semillas por kilogramo aplicando la siguiente formula:

$$N^{\circ} \text{ de semillas} * kg. = \frac{\text{numero de semillas que contiene la muestra} * 1000}{\text{peso de la muestra en gramos}}$$

(Ver el resultado en el cuadro N°2)

En el caso de las dos especies moringa oleífera y leucaena leucocephala contaban con 160 de cada especie menos de 1000 semillas se hizo el conteo de las semillas que tenía el lote, después se realizó el pesaje del mismo, conociendo el número de semillas del lote y el peso se aplicó una regla de tres simple para conocer el peso que tendrían las 1000 semillas.

Por ejemplo: para la *leucaena leucocephala* se tenían 160 semillas, las cuales pesaban 8,93 gr y para la *moringa oleífera* se tenían 160 semillas, la cual pesaba, 35,85 gr entonces la regla de tres seria de la siguiente manera para las dos especies.

<b>LEUCAENA</b>	160-----	8,93gr	
	1000-----	X	X =55,81 gr

MORINGA 160-----35,85gr

1000-----X      X= 224,06 gr

### 3.7.6. Prueba de germinación

Una vez de la prueba de la calidad de la semilla se procedió a llevar las semillas al vivero para realizar su siembra directa en las respectivas macetas, se colocó 2 semillas por maceta esto para ver el porcentaje de germinación tomando en cuenta una sola germinación.

Se sembraron 160 por procedencia haciendo un total de 320 semillas sembradas.

### 3.7.7. Porcentaje de germinación

Una vez acabado el ensayo de germinación el cual se registró por un periodo realizó la suma total de semillas germinadas en cada especie para poder obtener el porcentaje de germinación para cada sitio mediante la siguiente formula:

$$\%germinacion = \frac{\text{numero de semillas germinadas}}{\text{numero total de semillas ensayadas}} * 100$$

(Ver resultados en el anexo N°1).

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Análisis de calidad de la semilla

##### 4.1.1. Análisis de pureza

Para medir la proporción de semilla limpia empleada en el experimento se redujo la muestra utilizando el método de recipientes colocados al azar sobre una charola y las semillas fueron vaciadas de manera uniforme sobre toda la charola. La mayor parte de la semilla recayó sobre la charola, pero algunas fueron colectadas en los vasos, de manera que al mezclarlos se obtuvo la muestra requerida tal como especifican las reglas ISTA. De esta manera, se eligió aproximadamente 35 gr para *Moringa* y 10 gr para *Leucaena*, obteniéndose los siguientes resultados:

Cuadro N° 1: Análisis de pureza de semillas de *Moringa* y *Leucaena*

Componente	Moringa		Leucaena	
	Peso (g)	%	Peso (g)	%
Semilla pura	35.85	99.17	8.93	97.81
Otra semilla	0.00	0.00	0.00	0.00
Materia inerte	0.30	0.83	0.20	2.19
Total	36.15	100	9.13	100

Estos valores muestran que se trabajó con semilla de alta pureza.

##### 4.1.2 Determinación del peso de las semillas

El peso de la semilla se mide en el componente de la semilla pura que se ha separado mediante el ensayo de pureza se expresa normalmente como el peso de 1000 semillas puras. Es sencillo convertir estas cifras en número de semillas por gramo o por kilogramo, según se requiera. El peso puede determinarse contando 1000 semillas y pesándolas (Banner 1974, Paul 1972), pero la utilización de muestras más pequeñas permite al analista estimar la variación que existe dentro de la muestra.

Los resultados obtenidos para las especies estudiadas se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 2: Determinación del peso de semillas de *Leucaena* y *Moringa* usados en el ensayo

Especie	N° de semillas	Peso de muestra en gr	Peso en gr de 1000 semillas	Desviación estándar	Coef. De variación (%)	N° semillas / Kgr.
<i>Leucaena</i>	160	8,93	55,81	0,094	1,053	17917
<i>Moringa</i>	160	35,85	224,06	0,259	0,722	4463

El número de semillas por kilogramo de las dos especies, presentan valores de coeficiente de variación inferiores a 4%, demostrando que se encuentran dentro del margen de tolerancia permisible por las normas ISTA. En este sentido, en las muestras se obtuvo aproximadamente 18000 de semillas por kilogramo para *Leucaena* y de 4500 de semillas por kilogramo para *Moringa*; que de alguna manera se encuentran dentro de los valores citados por la literatura por ejemplo, Medina y García (2007) reportan para *Leucaena* valores que oscila entre 18000 y 26000 semillas por kilogramo, mientras que para *Moringa* indican que un kilo de semillas contiene entre 3000 y 9000 dependiendo de la procedencia.

#### 4.1.3. Análisis de germinación

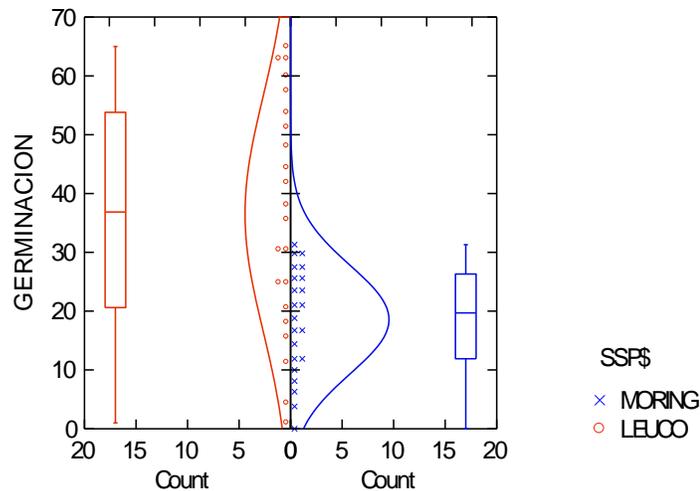
Con el propósito de comparar los promedios de germinación entre las dos especies se planteó como hipótesis estadística, lo siguiente:

Ho: No hay diferencia en el porcentaje de germinación entre las dos especies

Ha: Existe diferencia entre las dos especies en el porcentaje de germinación

De acuerdo con el gráfico de ambas especies (MORING y LEUCO); la distribución normal y de caja no se hallan paralelos horizontalmente; lo que significa hay diferencia relativamente ambas distribuciones. (Caso contrario cuando existe paralelismo significa que hay similitud entre las muestras comparadas)

**Gráfico N° 1:** Prueba de t para la germinación de semillas de Leucaena y Moringa



**Dos –muestras t prueba en GERMINACION grupo by SSP\$**

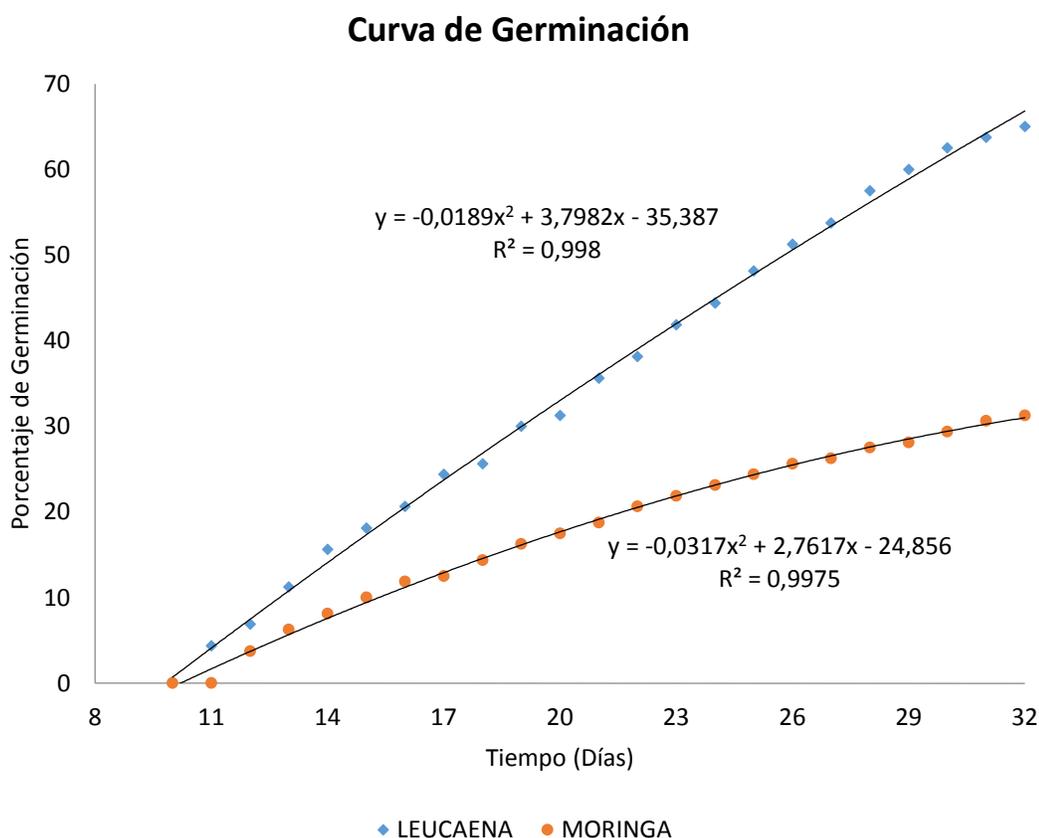
Group	N	Media	SD
LEUCO	22	36.559	19.836
MORING	22	18.564	9.194
Separate Varianza t =	3.861	df = 29.6	Prob = 0.000
Difference in Media =	17.995	95.00%	CI = 8.471 to 27.520
Agrupado Variance t =	3.861	df = 42	Prob = 0.000
Diferencia en Media =	17.995	95.00%	CI = 8.589 to 27.402

En los resultados numéricos los parámetros que representan la muestra de valores de germinación en las dos especies (MORING y LEUCO) son el número de plantas (N), la media (Mean) y la desviación estándar (SD). Interpretando los valores de *Separate Variance t* y *Pooled Variance t* muestran una probabilidad  $P = 0.000$  ( $P < 0.0001$ ); con estos resultados se apoya la Hipótesis alternativa que la germinación de Leucaena y Moringa difieren significativamente.

Para corroborar esta afirmación, la gráfica N° 1, muestra que la germinación de las semillas fue diferente para cada especie, observándose que este proceso inicio después de 10 días de la siembra en ambas especies y se prolongó hasta los 30 días.

En el caso de la especie *M. oleífera* está presente en los días 13 y 14 los valores más altos de germinación, mientras que la *L. leucocephala* mostró una germinación más lenta, dándose la mayor cantidad de germinaciones el día 18.

**Gráfico N° 2:** Curvas de germinación de semillas de Leucaena y Moringa



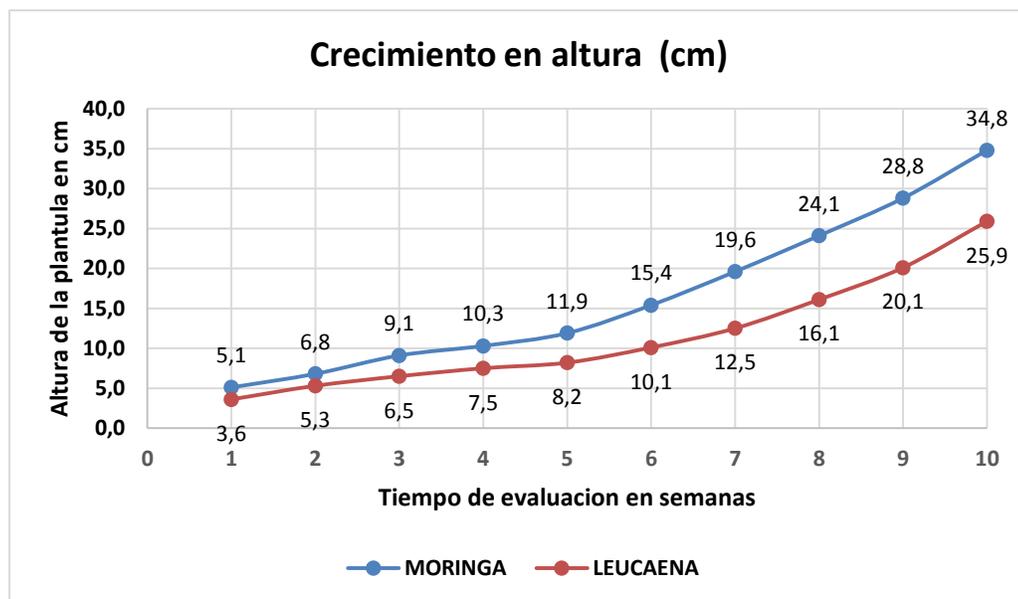
Respecto a la literatura, posiblemente al haber sido adquirido mediante compra de Santa Cruz, no se especificó el tiempo de almacenamiento, a este respecto Neuman et al. (2012), afirman que la germinación de semilla recién cosechada de moringa alcanza un porcentaje de 60 a 90 % mientras la semilla con más de tres meses de almacenamiento presenta baja viabilidad pudiendo bajar la germinación hasta el 7% esto debido al alto contenido de aceite que va del 30 al 40%.

#### 4.1.4. Crecimiento en altura

##### Two-sample t test on ALTURA grouped by SSP\$

Group	N	Mean	SD
LEUCO	10	11.530	7.185
MORING	10	16.530	9..62
Separate Variance t =	-1.303	df = 16.4	Prob = 0.0211
Difference in Means =	-5.060	95.00%	CI = -13.279 to 3.159
Pooled Variance t =	-1.303	df = 18	Prob = 0.0209
Difference in Means =	-5.060	95.00%	CI = -13.223 to 3.100

Gráfico N° 3: Altura de las especies evaluadas en 10 semanas de crecimie

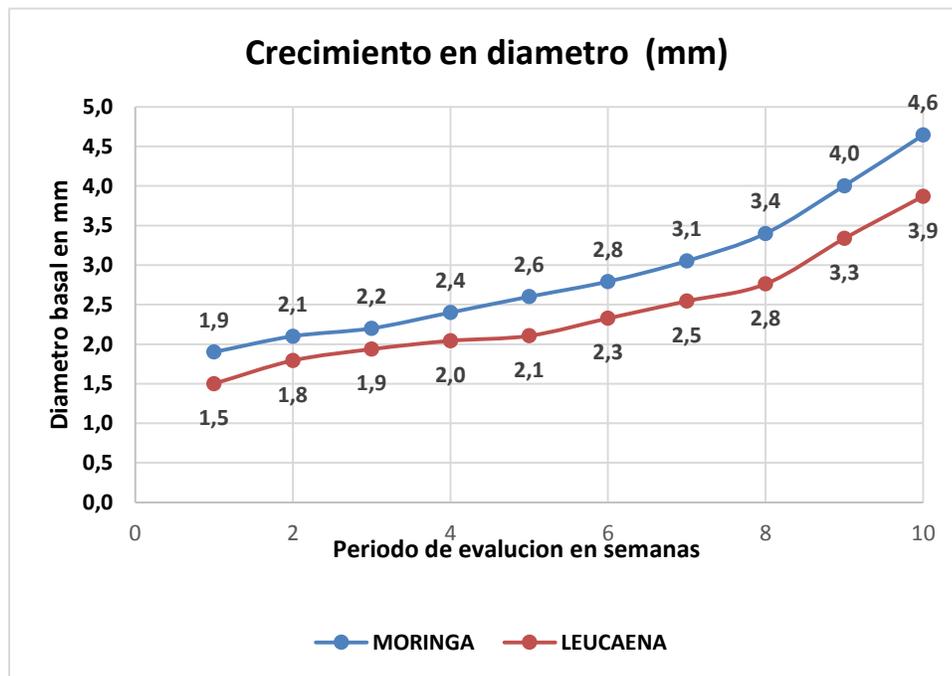


De acuerdo a la prueba de “t” ( $p=0.0211$ ) realizado a esta variable se encontró diferencias significativas entre las dos especies en estudio con respecto al crecimiento en altura. La Grafica N° 3; muestra que estas especies crecieron de manera progresiva durante las 10 semanas; con mayor altura para la Moringa que obtuvo un tamaño promedio de 35 cm mientras que para la Leucaena, una altura media de 26 cm al final del experimento.

#### 4.1.5 Crecimiento en Diámetro Basal

Los resultados e incremento en diámetro del tallo, muestra que la especie Moringa obtuvo el mayor diámetro durante todo el periodo de evaluación el cual fue de 4.6 mm, siendo desde el inicio del estudio notablemente diferente al que mostró *L. leucocephala*, que alcanzó un diámetro de 3.9 mm en las 10 semanas de observación.

**Gráfico N° 3:** Diámetro del plantón de las especies evaluadas en 10 semanas de evaluación

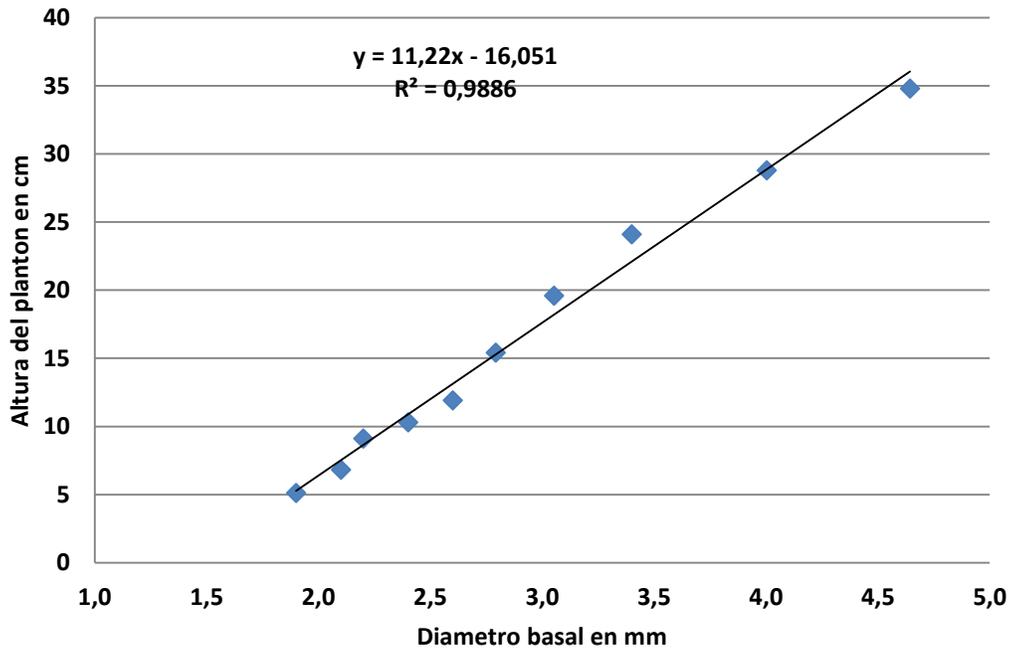


Esta variable se considera indicador de calidad de las especies evaluadas, proporcionando una mayor robustez en el tallo de Moringa, por tanto mayor vigor y alta posibilidad de sobrevivencia una vez que la planta sea trasladada al campo.

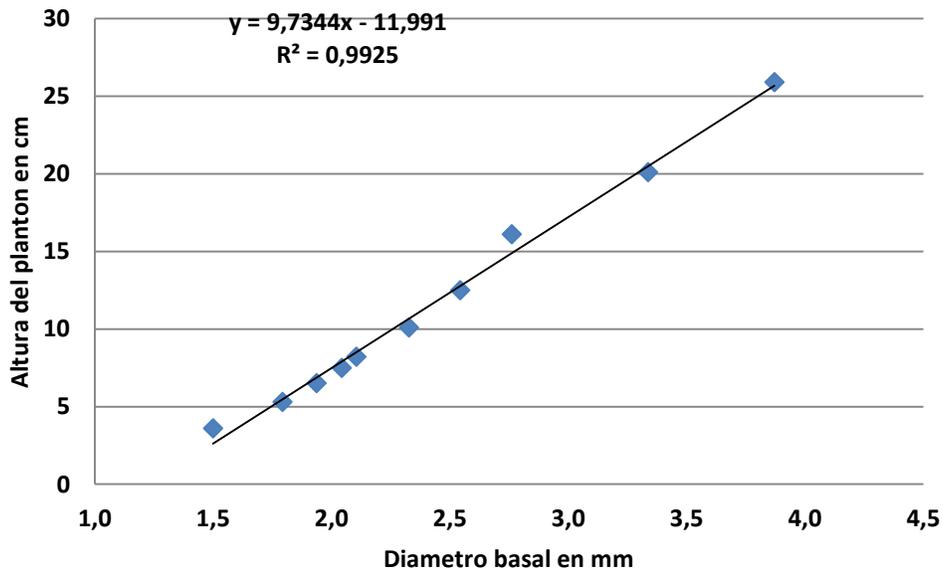
#### 4.1.6 Correlación entre el Diámetro y la Altura

Para completar el estudio se desarrolló un análisis de correlación el resumen en las variables diámetro-altura.

**Gráfico N° 4:** Correlación entre el Diámetro del plantón y la altura de la especie Moringa.



**Gráfico N° 5:** Correlación entre el Diámetro del plantón y la altura de la especie Leucaena



En ambos casos, existe alta correlación entre las variables diámetro y altura para las dos especies con coeficientes de correlación cercanos a la unidad. Dicho de otro modo, a medida que aumenta la altura también crece en diámetro el tallo, que está directamente relacionada con la robustez y la capacidad de resistencia mecánica de las plantas.

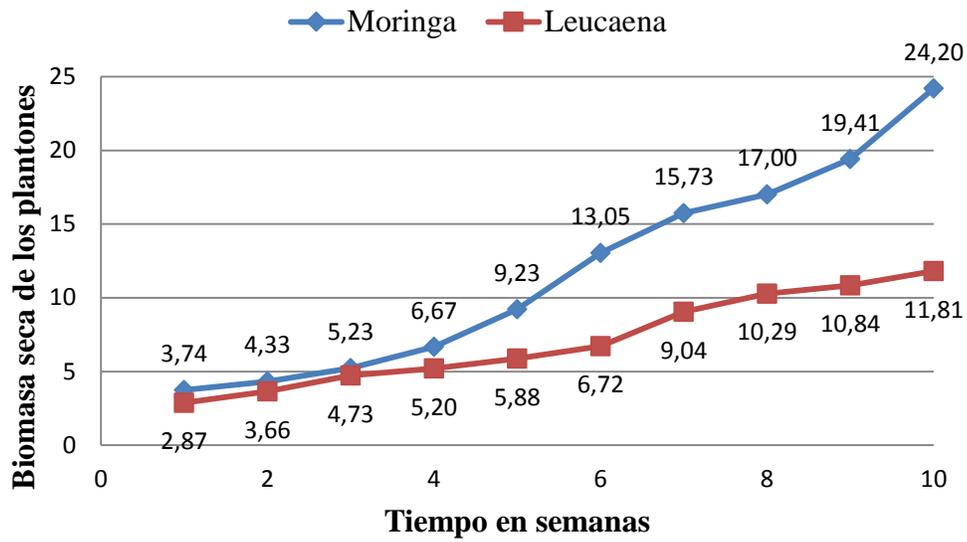
#### 4.1.6 Producción de biomasa

La producción de biomasa en las especies registraron valores similares desde la semana 1 hasta la semana 4 de evaluación, observándose a partir de la semana 5 en adelante un incremento más notablemente de la especie *Moringa* en comparación a la otra especie llegando a alcanzar una media de 24 gr, al final del experimento; mientras que la *L. leucocephala* tuvo un incremento regular y constante durante el estudio, alcanzando una media de 11 gr de biomasa al final del estudio.

**Cuadro N° 3:** Biomasa de plantas de *Moringa oleífera* y *Leucaena leucocephala* en su etapa inicial de crecimiento en vivero.

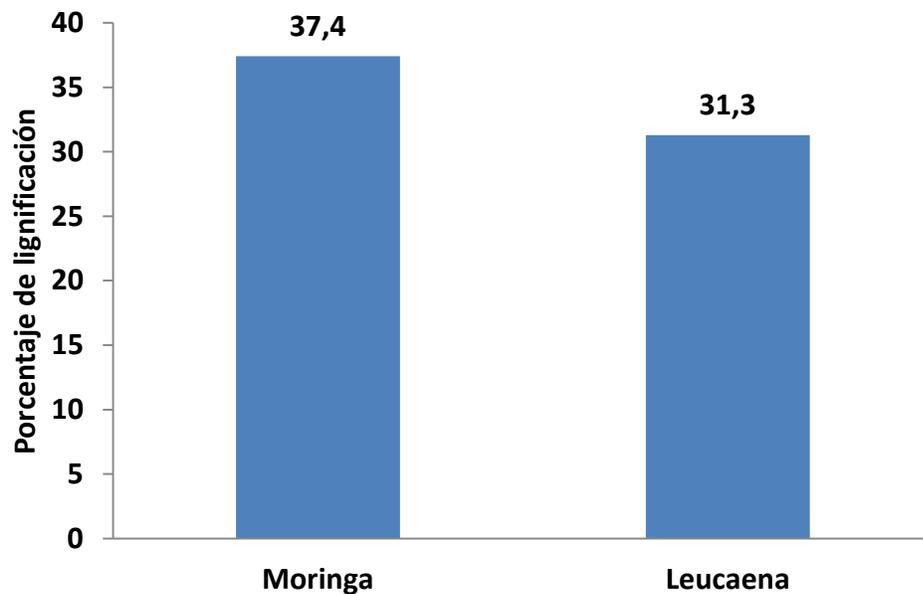
Tiempo	Moringa				Leucaena			
	PS total	PH total	CH	Biomasa	PS total	PH total	CH	Biomasa
SEM 1	1,85	6,41	71,19	3,74	1,26	5,01	74,81	2,87
SEM 2	2,45	7,18	65,92	4,33	1,63	6,38	74,53	3,66
SEM 3	2,9	8,72	66,68	5,23	2,12	8,25	74,31	4,73
SEM 4	4,26	10,68	60,13	6,67	2,65	8,84	69,97	5,2
SEM 5	5,67	14,95	62,08	9,23	3,48	9,62	63,81	5,88
SEM 6	8,38	20,85	59,82	13,05	3,87	11,1	65,1	6,72
SEM 7	9,93	25,29	60,75	15,73	4,94	15,12	67,34	9,04
SEM 8	11,22	26,92	58,3	17	5,66	17,19	67,05	10,29
SEM 9	12,57	30,93	59,37	19,41	6,29	17,87	64,83	10,84
SEM10	15,09	39,05	61,36	24,2	6,87	19,44	64,64	11,81

**Gráfico N° 6:** Biomasa de plantas de *Moringa oleífera* y *Leucaena leucocephala* en su etapa inicial de crecimiento en vivero.



#### 4.1.7. Índice de lignificación.

Gráfico N° 7: Valores porcentuales de lignificación de plantas de *M. oleifera* y *L. leucocephala* en fase de vivero.



Los valores de lignificación que alcanzó cada especie al final de las 10 semanas de evaluación, muestran que el porcentaje más alto de lignificación, lo alcanzó la especie moringa que tuvo un valor de 37.4% mientras que la leucaena reportó un valor más bajo de 31.3%.

Este indicador, relaciona al peso seco total de la planta respecto al peso húmedo total, de modo que la Moringa produjo en peso una mayor cantidad de materia seca por una mayor lignificación o endurecimiento de sus estructuras morfológicas; mientras que Leucaena por el tipo de consistencia que presenta el tallo, pudo generar menos peso seco total con más contenido de agua en comparación a moringa compensando esto con una mayor producción de material fresco tanto de hojas como de raíz; que son los valores que aparecen en las variables peso seco y peso fresco de manera individual.

El valor porcentual de lignificación de cada especie indica la calidad y potencial de la planta para sobrevivir en campo; por lo que a pesar que las especies, presentan en general un rápido crecimiento, eso no asegura su total sobrevivencia en el campo; debido a que en el vivero las plantas aún son de porte

#### **4.1.8. Comportamiento de la raíz y el vástago en el desarrollo**

El peso fresco de las especies al final del experimento se pudo verificar que la moringa registró un valor 5,75 gramos el peso húmedo de la raíz en cuanto al peso fresco la parte área y tallo presento un valor de 33.31 gramos; dado que el diámetro y tamaño de la raíz son elementos esenciales en cuanto a la cantidad de nutriente que la planta necesita para su desarrollo. En este sentido, Moringa oleífera posee una raíz semejante a un tubérculo lo que le permite almacenar gran cantidad de agua y nutrientes proporcionando un desarrollo más rápido a la planta obteniendo un promedio de 39.06 gramos totales. En el peso fresco al final del experimento se pudo verificar su comparación que la leucaena presentaba un valor 2.53 gramos el peso de la raíz en estado húmedo en cuanto al peso de la parte aérea y el tallo presento un valor de 16.91 gramos mostrando un ritmo más bajo en comparación con la moringa oleífera.

**Cuadro N° 4:** Peso fresco de la raíz y el vástago de plantas de *Moringa oleífera* y *Leucaena leucocephala* en su etapa inicial de crecimiento en vivero.

TIEMPO	Moringa		Leucaena	
	P fresco raíz (gr)	P fresco Tallo (gr)	P fresco raíz (gr)	P fresco Tallo (gr)
SEM 1	0,94	5,47	0,65	4,36
SEM 2	1,06	6,12	0,83	5,55
SEM 3	1,28	7,43	1,07	7,18
SEM 4	1,57	9,11	1,15	7,69
SEM 5	2,2	12,75	1,25	8,37
SEM 6	3,07	17,78	1,44	9,65
SEM 7	3,72	21,57	1,97	13,16
SEM 8	3,96	22,96	2,24	14,95
SEM 9	4,55	26,38	2,33	15,55
SEM 10	5,75	33,31	2,53	16,91

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- El valor más alto en la germinación corresponde a *Leucaena leucocephala* con respecto a *Moringa oleífera* durante el estudio; mostrando así una mayor capacidad germinativa. En cuanto a la *Moringa oleífera* se obtuvo el valor de germinación más bajo debido a que la especie al ser exótica e introducida en ambiente ecológico diferente a su hábitat, además no se tuvo registro del tiempo de almacenaje, a esto se adiciona que el ensayo se realizó a finales de otoño, que pudo ocasionar una germinación más lenta debido que la moringa es una especie tropical.
- Los valores de porcentaje de germinación que se obtuvieron durante este experimento fueron 31.3% para *M. oleífera* y 65% para *L. leucocephala*, siendo la ecuación polinómica de segundo grado el de mejor ajuste, sin embargo cabe aclarar que debe ser usado para el periodo de germinación entre 10 y 30 días.
- En cuanto a las variables de crecimiento, de igual manera *Moringa oleífera* presentó el mejor comportamiento en comparación a la otra especie evaluada. La prueba de “t” realizado a esta variable reportó diferencias significativas entre las dos especies en estudio con respecto al crecimiento en altura. Las especies crecieron de manera progresiva durante las 10 semanas; con mayor altura para la *Moringa* que obtuvo un tamaño promedio de 35 cm mientras que para la *Leucaena*, una altura media de 26 cm al final del experimento.
- El incremento en diámetro del tallo, muestra que la especie *Moringa* obtuvo el mayor diámetro durante el periodo de evaluación el cual fue de 4.6 mm, siendo desde el inicio del estudio notablemente diferente al que mostró *L. leucocephala*, que alcanzó un diámetro de 3.9 mm en las 10 semanas de observación.
- Existe alta correlación entre las variables diámetro y altura para las dos especies con coeficientes de correlación cercanos a la unidad. Dicho de otro modo, a medida que aumenta la altura también crece en diámetro el tallo, que está directamente relacionada con la robustez y la capacidad de resistencia mecánica de las plantas.

- La producción de biomasa en las especies registraron valores similares desde la semana 1 hasta la semana 4 de evaluación, observándose a partir de la semana 5 en adelante un incremento más notablemente de la especie Moringa en comparación a la otra especie llegando a alcanzar una media de 24 gr, al final del experimento; mientras que la *L. leucocephala* tuvo un incremento regular y constante durante el estudio, alcanzando una media de 11 gr de biomasa al final del estudio.
- Los valores de lignificación que alcanzó cada especie al final de las 10 semanas, muestran que el porcentaje más alto alcanzó la especie moringa que tuvo un valor de 37.4% mientras que la leucauena reportó un valor más bajo de 31.3%. Este indicador, relaciona al peso seco total de la planta respecto al peso húmedo total, de modo que la Moringa produjo en peso una mayor cantidad de materia seca por tanto, una mayor lignificación o endurecimiento de sus estructuras morfológicas.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda profundizar este estudio con respecto a las dos especies con el propósito de verificar su comportamiento en plantaciones y conocer sus bondades de uso forrajero y medicinal.
- Si la prueba se lleva a cabo en un vivero se debe tener cuidado tanto con las plagas, como los fenómenos climatológicos de manera que esto no afecten al registro de datos.
- Se debe contar con un buen lote de semillas para poder iniciar el proceso de germinación en caso de tener fracaso en el desarrollo de la investigación y por la pérdida de viabilidad de la semilla del 7% debido al contenido de aceite que contienen las semillas con más de tres meses almacenadas.
- Se recomienda llevar a campo los plántulas rusificadas a partir de la décima semana ya que las se encuentran vigorosas y lignificadas para que tengan una mejor resistencia a los vientos, o a cualquier otro fenómeno efímero para su posterior traslado al campo, de manera que las plántulas no sufran ningún estrés.