

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Propagación agámica asexual

Según Ipizia (2011) menciona que la propagación asexual o propagación vegetativa de los individuos es a partir de órganos vegetativos; es decir, que cada planta produce otras nuevas genéticamente idénticas a ella, que se han originado de órganos vegetales sólo por división celulares o mitosis.

1.2 Importancia de la propagación agámica

Para Weaver, (1976); en la propagación asexual las características heredadas del progenitor pueden ser conservadas. En realidad, la nueva planta es la continuación del crecimiento y desarrollo del progenitor. Esta forma de reproducción tiene la ventaja de reproducir exactamente el árbol del que tomamos el vástago, además se obtienen árboles del mismo sexo que tiene la planta madre. (Robinson, 2001).

1.3 Propagación vegetativa por estacas

Torrez, (1992) citado por Hoyos (2004); afirma que, bajo adecuadas condiciones medio ambientales, un fragmento de un órgano vegetativo de la planta desarrollara nuevas raíces y brotes llegando a constituirse en una nueva planta; estos se denominan estacas y es la forma más simple de reproducción. El empleo de estacas o ramillas, es el método confiable y recomendable para propagar el género morus y lograr buenos resultados la estaca debe tener por lo menos cinco raíces preformadas.

1.4 Ventajas de la propagación por estacas

Según Robinson, (2001) citado por Hoyos (2004) coinciden en manifestar que esta forma de propagación es la más adecuada para el género por las siguientes razones:

- Se obtiene porcentajes altos de prendimiento, cuando la técnica se aplica correctamente.

- El tipo de técnica en propagación de la estaca que se empleó fue de tipo simple en bisel.
- ¡La extracción del material vegetal! (estacas) no afecta a los árboles "semilleros" en su normal desarrollo.
- La recolección y traslado del material vegetal (estacas) al vivero no implica grandes costos. Hay muchas ventajas en cultivar material a partir de estacas. En primer lugar, una mayoría de especies son aptas para reproducirse por este sistema en un periodo de tiempo razonablemente corto de 4 a 5 meses.

1.5 Características taxonómicas de la Mora Negra (*Morus nigra L.*)

Dominio: Eucariota

Reino: Plantae

Filo: Espermatofita

Subfilo: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Urticales

Familia: Moraceae

Género: *Morus*

Especie: Mora negra

1.6 Descripción de la Mora Negra (*Morus nigra L.*)

La mora negra es un árbol de tamaño mediano caducifolio que crece de 6-9 (15-35) m de altura y tiene una copa ancha, densa y extendida. La hoja peciolada coriáceas,

(escabrosas en la cara superior o haz y pubescentes en la cara inferior envés), grandes (5-16 x 5-16) cm de forma variable: enteras o lobuladas palmeadas.

Cultivado en todo el mundo, principalmente por sus frutos comestibles, la hoja, así como la mora blanca (*morus alba*) se pueden usar para alimentar a los gusanos de seda. Las hojas se usan para el forraje del ganado. <https://Rosalinda.com/mora-megra.2018>

1.7 Origen de la Mora Negra

Originalmente es un árbol frutal subtropical originario en Irán o China y Japón y solo es adecuado para las elevaciones más altas a más de 1000 m en los trópicos. En Inglaterra se cultiva hasta en el nivel del mar. Es muy favorecido en áreas con largos veranos calurosos o sequias prolongadas. Una especie resistente, es bastante resistente al frío, pero crece mejor en altitudes más bajas cuando se protege del viento y de las zonas costeras. <https://rosalandia.com/varios/mora-negra.2018>.

1.8 Biología productiva

En algunas moras existen árboles masculinos o femeninos (dioico), por lo que se requerirán ambas para producir fruta. Estos a veces cambian de sexo y no dan mucho fruto durante los primeros 15 años.

Las altas temperaturas, la luz intensa y los días largos favorecen la masculinidad en las moras, con sus opuestos, así como la alta humedad, aumentando la producción de flores femeninas. La especie es polinizada por el viento, y algunos cultivares darán fruto sin ninguna polinización, por ejemplo, en California, EE. UU. Los árboles auto fértiles suelen <https://rosalandia.com/varios/mora-negra.2018>.

1.9 Variedades de Mora

A menudo llamada la familia de la morera, Moráceas consta con unos 40 géneros y 100 especies de árboles, arbustos, lianas o raramente hierbas, casi todas con sabia lechosa, y principalmente de origen tropical o subtropical.

<https://rosaalinda.com/mora-negra.2018>.

1.10 Tipos de Mora.

Los principales tipos de moras son los siguientes:

Morus nigra

Morus alba

Morus alba multicaulis

Morus australis

Morus bombycis

Morus cathayana

Morus macroura

Morus mesozygia

Morus microphylla

Morus mongólica

Morus rubra

Morus serrata

1.11 Sustratos para enraizamiento

Vozmediano (1982), manifiesta que el sustrato actúa de simple soporte, indispensable para mantener el calor y la humedad; el objetivo fundamental del sustrato parece ser el de asegurar, a más del soporte, un buen drenaje para que no permanezca el agua a nivel de las raíces.

CORECAF (2003), indica que un buen medio de enraizamiento debe estar limpio (aunque no necesariamente estéril) húmedo y bien aireado. Puede emplearse arena o grava fina. Si su capacidad de retención de agua es baja se puede mejorar adicionando aserrín, turba, vermiculita u otros materiales.

Iskander (2002), señala que la mayoría de los sustratos usados en la producción de plantas consisten en una combinación de componentes orgánicos e inorgánicos. Algunos de los materiales inorgánicos comunes incluyen arena, vermiculita, perlita, arcilla calcinada, piedra pómez y otros subproductos minerales.

1.12 Condiciones para el enraizamiento

Según CORECAF (2003), manifiesta que el área donde se colocan las estacas para el enraizamiento debe ser iluminada pero nunca bajo la luz radiante del sol. Es importante que las estacas reciban una luz que sea apropiada para activar la fotosíntesis de las plantas. La temperatura óptima para que ocurra se encuentra entre los 20 y 25°C. Cuando las temperaturas suben arriba de 30°C la humedad relativa de la atmósfera o contenido de vapor de agua presente en el aire tiene que ser muy alto (más de 90%) para impedir que las plantas pierdan demasiada agua al incrementarse su transpiración y terminen marchitándose.

Téllez (1987), señala que el porcentaje de humedad y la temperatura no han sido aun bien determinados. Su importancia es considerable, ya que basta una ligera variación en el valor de estos elementos, para perjudicar el éxito de la operación.

Serrada Hierro, R. sf. manifiesta que el suelo debe ser ligero, permeable y que se caliente fácilmente; la textura más adecuada son los arenosos y los sustratos artificiales más convencionales.

1.13 Propagación agámica por estacas

Mangiarua (2008), indica que la estaca es un tipo de propagación (no reproducción) asexual, consiste en separar de la planta madre una porción de vareta, raíz u hoja que posteriormente se coloca en determinadas condiciones favorables que inducen a la formación de raíces, obteniéndose una nueva planta independiente que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta madre. <https://rosalandia.com/varios/mora-negra> 2018.

1.14 Reseña histórica

Aproximadamente hace doscientos años se creía que la circulación de la sabia de las plantas, producía correlación entre las diferentes partes de los vegetales, en otras palabras, que la sabia producía en una parte de la planta se desplaza a otra para controlar de algún modo su crecimiento.

Ampliando más este concepto, Sacha, el filósofo vegetal alemán, postulo en 1882 la existencia de una sustancia formadora de raíces producida en las hojas y que se desplazaban hacia debajo de base de la estaca, donde promovía la formación de las raíces.

En 1925 Von de Lek demostró que las yemas de brotados vigorosos promueven el brotado de raíces justo debajo de las yemas en estacas. Se admitían que las yemas en desarrollo se formaban sustancias semejantes a hormonas y que eran transportadas a través del floema en la base de la estaca, donde estimula la formación de raíces.

1.15. Estacas

La parte del árbol padre que se extrae con fines de propagación, se denomina estaca.

En el sentido amplio. La estaca es una porción de planta, usada para producir asexualmente una denominada especie. Se considera reproducida una estaca, cuando posterior al estaquillado, se presenta brotación de hojas y emisión de raíces, características conocidas como “enraizamiento”, que se interpreta como la formación de una nueva planta a partir de una estaca. (Gallona- Borgo, 1987).

1.16. Preparación de las estacas.

1.17.1 Origen

Las estacas pueden obtenerse de la siguiente manera:

- a) De los brotes o chupones, bien desarrollados que nacen en los fustes o en la copa.
- b) De los renuevos de un año procedentes de árboles padres desmochados.
- c) De ramas laterales de las plantas cortadas en invierno.

En estos casos es necesario realizar una selección de estacas, ya que es importante obtener material joven que se recogen de los árboles o plantas representativas, sanas y vigorosas.

1.18.2 Diámetro

El grueso de la estaca como mínimo es de 8 mm. El óptimo está comprendida entre 10-12 mm, las estacas de este calibre son mejores que las de diámetro superior, pues se ha comprobado que a partir de los 20 mm de diámetro las estacas brotan con menor vigorosidad. (Añasgo C. Alfredo, 1983).

1.19.3 Longitud

La longitud depende de la naturaleza del envase a utilizarse en el presente estudio, las estacas en términos generales serán de 25 cm.

En términos generales la longitud de las estacas es de 20 cm a 45 cm de acuerdo al método de propagación que se empleó. (Añasgo C. Alfredo, 1983).

1.20. Época de poda

Estas se realizan durante el periodo de reposo vegetativo, normalmente debe cortarse de brotes de un año, rara vez de dos años. (Zalles, 1988).

1. 21. Tipo de estacas

Las estacas casi siempre se hacen de las proporciones vegetativas de la planta, como los tallos, modificados (rizoma, tubérculos, cornos y bulbos, las hojas y raíces).

Se pueden hacer diversos tipos de estacas, que se clasifican de acuerdo con la parte de la planta de la cual procede. (Hartmann- Kesler, 1984).

El corte de base debe ser por debajo de una yema y en la parte superior un centímetro por encima de la yema. Para evitar la desecación de la yema, se tratará que los cortes, superior como inferior es en bisel (45°doble bisel). Los cortes se hacen con tijera tratando de evitar el astillamiento de las estacas. (Zalles, 1988).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Características de la zona

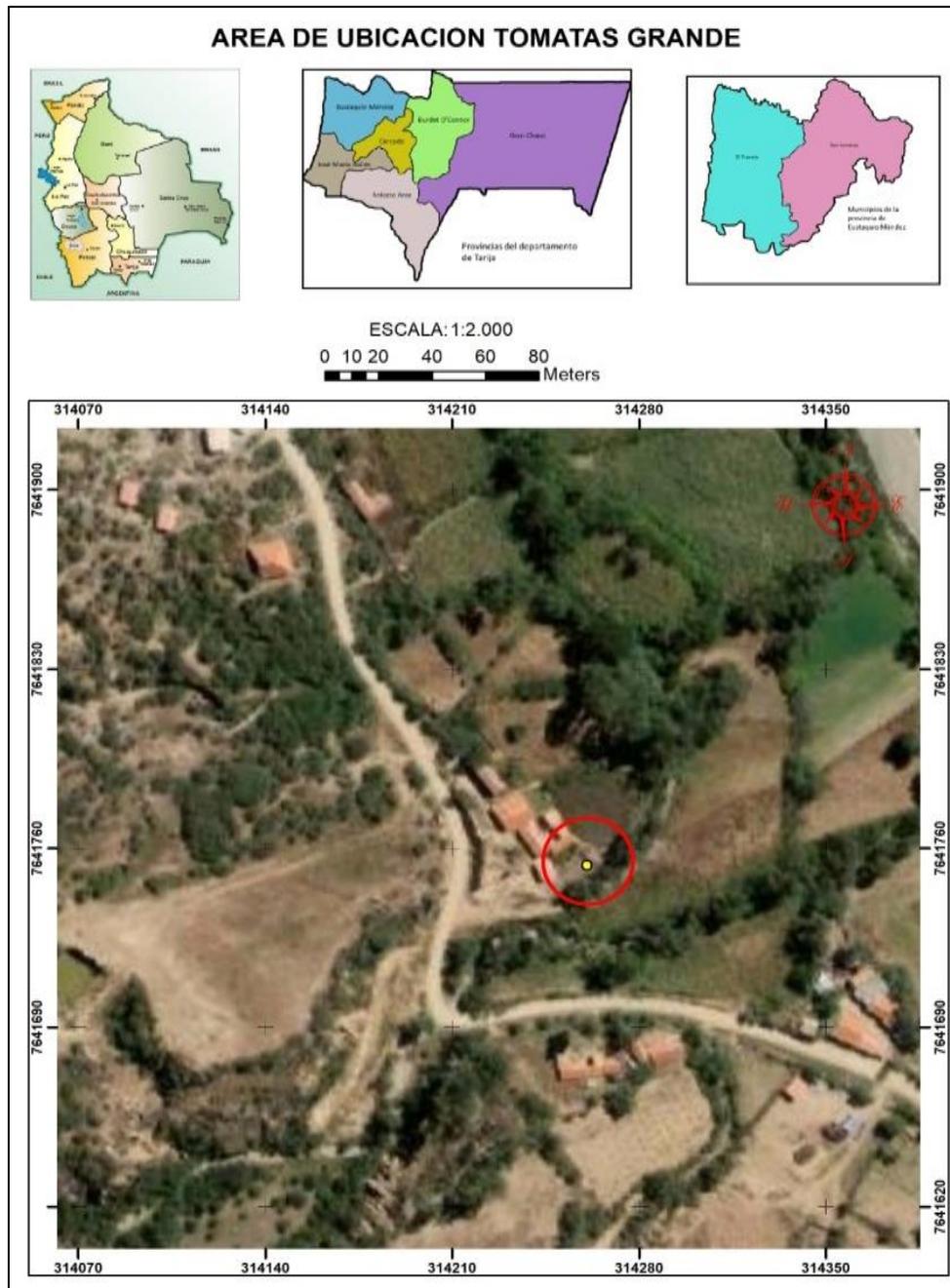
2.1.1. Ubicación de la zona

El presente proyecto se realizó en la Comunidad de Tomatas Grande, Primera Sección del Municipio de San Lorenzo, Provincia Eustaquio Méndez, Departamento de Tarija Bolivia. Se encuentra con una altitud de 2146 msnm. Sus coordenadas son 21°16'60" S y 64°49'0" O (grados, minutos, segundos).

La comunidad de Tomatas Grande, limita al Este con la Comunidad de Corana, al Norte con la Comunidad de Tomatas 15 de abril, al Oeste con la Comunidad de Choroma y al Sur con la Comunidad de Canasmoro.

El municipio de San Lorenzo, que corresponde a la primera sección, limita al norte con el departamento de Chuquisaca, al sur con las secciones municipales de Cercado y Avilés, al este con las secciones municipales de Cercado y O'Connor y al oeste con la segunda sección municipal de la provincia Méndez. La Comunidad de Tomatas Grande se encuentra ubicada a 27.3 km, de distancia de la ciudad de Tarija, capital del departamento de Tarija.

2.1.2. Mapas de ubicación del Área de estudio



FUENTE: Propia (2022)

2.2 Aspecto físico – naturales

2.2.1. Descripción fisiográfica

Serranías, con una pendiente media del 50%, relieve ondulado suave, suelos poco profundos (40 cm), pedregosos de textura mediana y fertilidad baja.

Presenta una zona de valle de origen fluvio lacustre, con predominio de terrazas aluviales, pie de monte con abanicos de origen pluvial y planicies. PTDI “Plan Territorial de Desarrollo Integral para Vivir Bien Municipio de San Lorenzo”, Tarija, Bolivia 2013 – 2017.

2.2.2. Clima

TABLA N°1 CLIMÁTICA // DATOS HISTÓRICOS DEL TIEMPO SAN LORENZO

	Ene ro	Febre ro	Mar zo	Ab ril	Ma yo	Jun io	Jul io	Agos to	Septiem bre	Octu bre	Noviem bre	Diciem bre
Temperat ura media (°C)	27.8	27.3	26.1	23. 4	19.2	17.9	17. 1	19.3	21.3	23.9	24.7	26.8
Temperat ura min. (°C)	23.8	23.5	22.3	19. 8	15.9	14.7	13. 5	15	16.8	19.9	20.5	22.7
Temperat ura máx. (°C)	32.2	31.6	30.5	27. 9	23.3	22.1	21. 9	24.8	26.9	29	29.6	31.3

	Ene ro	Febre ro	Mar zo	Ab ril	Ma yo	Jun io	Jul io	Agos to	Septiem bre	Octu bre	Noviem bre	Diciem bre
Precipitación (mm)	128	146	124	161	146	113	81	72	124	197	194	163
Humedad (%)	68%	70%	71%	73%	75%	77%	73%	66%	64%	69%	69%	69%
Días lluviosos (días)	10	9	8	7	7	6	6	5	6	9	8	9
Horas de sol (horas)	10.4	9.6	8.9	8.0	6.7	6.7	7.5	8.6	8.7	9.0	9.7	10.3

Data: 1991 - 2021 Temperatura min. (°C), Temperatura máx. (°C), Precipitación (mm), Humedad, Días lluviosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol.

La variación en la precipitación entre los meses más secos y más húmedos es 125 mm. Las temperaturas medias varían durante el año en un 10.7 °C.

Presenta un clima meso térmico templado – cálido, de verano cálidos y húmedos, inviernos templados y secos dependiendo de los sitios altitudinales. De manera particular en la zona del valle Central de Tarija, se distinguen zonas de clima templado

sub – húmedo en la parte norte, meridional y sur, mientras la parte noroeste presenta un clima templado semi árido, la temperatura media anual es de 17.7°.

De acuerdo al Plan Municipal de Ordenamiento Territorial: el Municipio de San Lorenzo, presenta los siguientes climas: Cálido desértico, Cálido Semiárido, Frío Árido y Frío semihúmedo.

2.2.3 Temperatura

La temperatura Media Anual es de 17.7° C. la Máxima Media Anual de 25.8 °C, y la Mínima Media de 8.8 °C. La Máxima Extrema es de 38.8 °C, y la Mínima Extrema de -10 °C. (SENAMHI 2022).

2.2.4. Precipitaciones pluviales

La precipitación media según informaciones pluviométricas de las estaciones de Canasmoro y Trancas, el 86% de las precipitaciones se concentran entre los meses de noviembre a marzo, que alcanza un promedio de 466 mm; La mayor precipitación anual se presentó el año 1995, con 959.1 mm y la menor en el año 1999 con 408.5 mm. Asimismo, la precipitación máxima en 24 horas alcanzó a 38.8 mm.

Según datos de la estación de Canasmoro, la humedad relativa media es del 61%, alcanzando una máxima superior al 70% en los meses de enero a marzo.

En la zona alta, la precipitación alcanza los 584 mm, de las cuales el 92 % se concentra en el periodo de noviembre y abril. En esta zona la mayor precipitación se presentó con 438.00 mm en el mes de enero y la menor con 0.0 mm en el mes de junio y agosto año 2022. La precipitación anual es 1077.0 mm. (SENAMHI 2022).

2.2.5. Heladas

En la Sección y particularmente en el área de Tomatas Grande, generalmente se tiene un período medio, libre de heladas, de 260 días. Además, se puede indicar que el

período de ocurrencia de la primera helada está alrededor del 20 de mayo y la última a fines de agosto. (SENAMHI 1991 – 2019). Últimamente a causa de los cambios climatológicos, las heladas se prolongaron hasta el 2 de noviembre del 2022, con una temperatura extrema de menos 3°bajo cero.

2.2.6. Sequias

Un fenómeno climático que se acentúa a fines de la primavera y principios del verano. Algunos años los días con lluvia son menores al promedio (76 días) registrándose un mínimo de 56 días con lluvia y una lámina de 408,5 mm. La oferta de agua para fines agrícolas y de consumo es suficiente, sin embargo, la capacidad de retención de los suelos se ve afectada por la velocidad de escorrentía superficial, a causa de las pendientes pronunciadas y la escasa vegetación existente en los arroyos y quebradas. FUENTE: (SENAMHI 1991 – 2019).

2.3. MATERIALES

2.3.1. Materiales para medición y peso

- * Calibrador vernier o pie de rey
- * Balanza analítica
- * Flexómetro
- * Planillas de registro
- * Wincha
- * Lápiz, lapicero, borrador y tablero

2.3.2. Herramientas e insumos

- * Pala

- * Azadón
- * Malla de media sombra o poli sombra
- * Postes de hierro
- * Mochila fumigadora
- * Carretilla
- * Zaranda
- * Bolsas plásticas
- * Manguera
- * Limo
- * Abono orgánico
- * Arena
- * Estiércol
- * Estacas
- * Hormona de enraizamiento: NAFUSAKU 16, insecticida ACTARA 250WG
- * Regadera
- * Tijera de podar
- * Pala
- * Rastrillo
- * Guantes

* Alambre

2.4. METODOLOGÍA

Este trabajo de investigación se realizó con la localización de los árboles padres, en el campus universitario de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales en la ciudad de Tarija Provincia Cercado. Se hizo la selección a los árboles con las mejores características para la recolección como obtenerlas para el estudio de estacas de la mora negra (*Morus nigra L.*), buen fuste, de copa ancha, vigorosidad y sin enfermedades.

2.4.1. Selección del sitio para el proyecto

La selección del área del proyecto se definió en la Comunidad de Tomatas Grande, en un predio de domicilio propio, con superficie del área de 30 metros cuadrados, que cuenta con todas las necesidades, agua, terreno plano y cerramiento.

2.4.2. Recolección

Se recomienda según (Añasgo C. Alfredo 1983), que las estacas tuvieran las siguientes características; con una longitud de 25 a 30 cm, diámetro de 10 a 16 mm, las ramas del año anterior, con ramas rectas y con mayor número de yemas.

Primeramente, se realizó la recolección de las varetas mejor formadas, con un estado de sanidad, estando todas en periodo de dormancia, es decir que ninguna yema en brotación o estado fisiológico y luego para proceder al corte de las estacas, el 23 de agosto 2022. El diámetro de las estacas que se eligió fue de 10 a 16 mm. Y una longitud de 30 cm, con un número de yemas 5 a 8 y un año de edad, la forma del corte fue de 45° en bisel y con una tijera de podar desinfectada para evitar la introducción de alguna enfermedad.

Estas se realizan durante el periodo de reposo vegetativo, normalmente debe cortarse las varetas de un año, rara vez de dos años. (Zalles, 1998).

2.4.3. Tratamiento

Después de una poda correcta de las estacas, se realizó el 23 de agosto de 2022 el remojo de las estacas, en recipientes, durante 24 horas en agua con las dosis correspondientes, 5 gr. Y 10 gr en 10 litros de agua en hormonas de enraizante. Posteriormente se colocó en sus respectivas bolsas con el sustrato ya preparado, bajo una malla de media sombra o poli sombra, para evitar que le llegue la luz solar directamente.

2.4.4. Testigo sin hormonas

Es el material experimental o tratamiento de comparación. Cuando se realiza un experimento, siempre debe introducir un testigo para evaluar el resultado de un experimento.

2.4.5. Factores

a). Tipos Sustrato

Tabla N°2. Tipos de sustratos

Símbolo	Descripción	Cantidad
S 1	Arena	10%
	Limo	60%
	Estiércol caprino	30%
S 2	Arena	10%
	Limo	60%
	Materia orgánica	30%

b). Dosis de hormonas

Tabla N°3. De las 2 dosis de hormonas.

Símbolo	Descripción
D 1	10 g / 10 litro
D 2	5 g / 10 litro

c). Testigo. Sin hormona, solo sustrato.

2.4.5.1. Sustrato

Para la preparación de los sustratos se utilizó, arena, limo, materia orgánica y estiércol caprino, se usó una zaranda para evitar piedras o terrones y otras basuras. Se realizó un tratamiento para desinfección del sustrato utilizando insecticida ACTARA 250WG esto se realizó de la siguiente manera:

Al mezclar el sustrato con la pala, al mismo tiempo con ayuda de una mochila fumigadora se pulverizó el ACTARA 250WG en una proporción de 40 gr por 20 litros de agua,

Sustrato 1.- En el sustrato uno, está compuesto de arena, limo y estiércol caprino.

Sustrato 2.- En este sustrato dos, está compuesto de arena, limo y materia orgánica.

En cada sustrato se realizó dos tratamientos:

Sustrato uno; dosis hormonal uno y dos.

Sustrato dos; dosis hormonal uno y dos.

Dosis 1= 10 gramos / 10 litros de agua, durante 24 horas.

Dosis 2= 5 gramos / 10 litros de agua, durante 24 horas.

2.4.6. Diseño Factorial Completamente al Azar

El experimento se realizó bajo un diseño factorial 2 x 2 completamente al azar, con 6 tratamientos y 3 repeticiones haciendo un total de 18 unidades experimentales (25 estacas por cada una).

Distribución en campo abierto del ensayo.

2.4.7. Diseño Estadístico

Tabla N° 4.

Factor	Nivel	Tratamientos
Suelo	Sustrato uno S1	S 1 H 1 = T₁
	Sustrato dos S2	S 1 H 2 = T₂
Hormonas	H1=10 gr / 10 litro	S 2 H 1 = T₃
	H2=5 gr / 10 litro	S 2 H 2 = T₄

Número de unidades.

El diseño tiene 18 unidades experimentales.

2.4.8. Croquis

T1	T2	T3
T 2	T 3	T 4
T 3	T 4	T 5
T 4	T 5	T 6
T 5	T 6	T 1
T 6	T 1	T 2

Unidad experimental

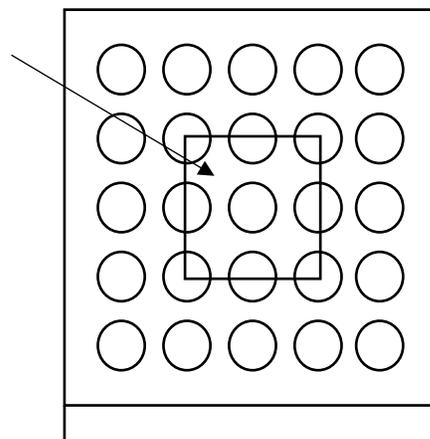
Es la Unidad Central al Objeto de Evaluación que se aplica un solo tratamiento que puede ser una combinación de muchos factores en una producción del experimento

Unidad Exp.

Representación de Cada
Evaluación (Foto)

25 masetas

9 masetas de
evaluaciones



25 /en F

X3

75 X 6 = 450

2.4.9. Las Variables Evaluadas

De 450 estacas de *Morus nigra* (mora negra); se estaquilló en 18 unidades experimentales, seccionándose 9 estacas por cada unidad experimental, habiéndose evaluado un total de 162 plantones. Las variables evaluadas fueron número de brotes por estaca, el crecimiento longitudinal en centímetros del vástago de mayor vigor, el diámetro en milímetros del vástago mayor, realizándose 2 evaluaciones.

2.4.10. Equipos e Instrumentos de Medición y Pesaje

Calibrador vernier, regla graduada, flexo metro y balanza analítica.

2.4.11. Productos Químicos

Hormonas enraizante fitorregulador Nafusaku, insecticida desinfectante de sustrato ACTARA 250WG.

2.4.12. Preparación del Sustrato

Una vez limpiado el lugar donde se colocaron las masetas. De la misma manera se procedió a traer el limo de playa.

Para la preparación de los dos sustratos se utilizó, materia orgánica, estiércol caprino, arena y limo de río. Primeramente, se pasó por una zaranda estos sustratos para que sean bien fina y no lleve piedras, basura o terrones en las bolsas.

La preparación del suelo: En el sustrato uno se realizó utilizando una relación del 60 % de limo, 30% de estiércol (caprino) y 10% se arena.

Se preparó el sustrato dos con las proporciones de materia orgánica 30%, limo 60% y 10 de arena.

2.6.13. Construcción de platabandas

Para la construcción de las platabandas se tomó en cuenta el tamaño de bolsas y número de plántones a producir.

Se realizó la habilitación de 1 platabanda la cual se ocuparon para las 3 repeticiones con las siguientes dimensiones de 1.15 m de ancho, por 5.5 m de largo. Por 12 cm de alto, cada 3 repeticiones, 2 tipos de sustratos, 6 tratamientos y estuvo dividida por 18 unidades experimentales.

2.4.14. Llenado de Bolsas

Una vez desinfectados los sustratos y entreverados con la proporción designada se procedió al llenado de las bolsas plásticas polietileno de 17 cm x 22 cm con una cantidad de 0,00024 m³ de volumen de sustrato por bolsa.

A las bolsas se les hizo 4 perforaciones en la base inferior para evitar el “encharcamiento” y dejando 2 cm en la parte superior de la bolsa de sustrato, para que retenga el agua. En el llenado de las bolsas se tuvo cuidado que el sustrato tengan una buena consistencia sin compactarlas demasiado.

Se llenaron 450 bolsas, 225 bolsas de cada sustrato ya preparado directamente en la platabanda.

2.4.15. Riego

La frecuencia del riego se efectuó con el sistema de agua potable, tres veces a la semana. La forma de riego fue mediante manguera de media pulgada.

2.4.16. Inicio de Brotación

El inicio de la brotación se produjo entre el 5 al 15 de septiembre de 2022, con muy buena vigorosidad en las estacas. A causa de los cambios climatológicos ascensos y

descensos de la temperatura a bajo 0° en los meses de septiembre, octubre y noviembre, donde fue afectado y variando el crecimiento de los brotes en las estacas.

2.4.17. Desmalezado

Se realizó el desmalezado de manera frecuente, para evitar plagas, enfermedades, competencia de agua y nutrientes con las estacas, para una mejor brotación. Se eliminó de forma manual los brotes de las malas hierbas y malezas que crecen dentro de las bolsas haciendo competencia a los plantones.

2.6.18. Toma de datos

La evaluación del número de brotes de la mora negra (*Morus nigra L.*) se lo realizó después de los 35 días de la plantación de las estacas, transcurrido esos días se hizo un seguimiento cada 15 días, para levantar datos del número de brotes. La medición de las variables altura y diámetros se lo realizó 2 veces cada 20 días, en esta variable se tomó datos hasta que los plantones alcanzaron una altura de 20 a 40 cm, usando un calibrador vernier para el registro de diámetro y una regla de 60 cm para la altura, el número de plantones que fueron 9 evaluados en cada unidad experimental.

2.4.19. Primera Evaluación

En la toma de datos, se evaluó el número de brotes, del 1 de octubre del 2022, realizándose las evaluaciones cada 15 días hasta el 5 de marzo del 2023.

2.4.20. Segunda Evaluación

En la toma de datos, se evaluó la altura del brote mayor, diámetro del mismo y diámetro de la estaca. Del 1 de febrero al 5 de marzo del 2023.

2.4.21. Tercera Evaluación

En la toma de datos, se evaluó la longitud de la raíz y peso verde de la misma. Del 14 al 16 de marzo de 2023.

2.4.22. Relación 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 evaluó a través del ensayo destructivo. Para ello, se destruyó al azar 18 ejemplares para ser trasladados al laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, de la U. A. J. M. S. Con el objetivo de medir el peso verde y la longitud de la raíz, el 16 de marzo 2023.

2.4.23. Trabajo de Gabinete

El trabajo de gabinete se realizó al final del ensayo, con la ayuda de los materiales de oficina, para posteriormente ser procesada y tabulada la información.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Consideraciones generales

En el presente acápite se describen algunos aspectos importantes ocurridos durante el ensayo y que son necesarios tenerlos presente para una correcta y mejor interpretación de los resultados.

3.1.1. Periodos de registro y evaluación

Las fechas y variables evaluadas se muestran en la Tabla 5. La determinación del momento y la fecha adecuada para la toma de datos de las diferentes variables en observación se la realizó considerando la aparición y el desarrollo de las mismas.

Tabla N° 5. Fechas de evaluación y variables evaluadas

Fecha	Variables evaluadas
1 de octubre de 2022	Número de brotes.
15 de octubre de 2022	Número de brotes.
31 de octubre 2022	Número de brotes.
15 de noviembre de 2022	Número de brotes.
30 diciembre de 2022	Número de brotes
15 de enero de 2023	Número de brotes
1 de febrero de 2023	Número de brotes. Altura del brote principal. Diámetro del brote mayor.

15 de febrero de 2023	Número de brotes. Altura del brote principal. Diámetro del brote mayor.
5 de marzo de 2023	Número de brotes. Altura del brote principal. Diámetro del brote mayor.
5 de marzo de 2023	Diámetro de estaca.
14 de marzo 2023	Longitud de raíz principal. Peso de la raíz.

Fuente: Elaboración propia.

Para una mejor interpretación de los resultados, en la tabla 6, se presentan los tratamientos aplicados y los códigos de identificación que se emplearon en las tablas del análisis estadístico.

Tabla N° 6. Códigos de los tratamientos aplicados

Código	Tratamiento
T1	S1D0 Sustrato 1 y 0 g/10l de enraizante.
T2	S2D0 Sustrato 2 y 0 g/10l de enraizante.
T3	S1D2 Sustrato 1 y 5 g/10l de enraizante.
T4	S2D2 Sustrato 2 y 5 g/10l de enraizante.

T5	S1D1	Sustrato 1 y 10 g/10l de enraizante.
T6	S2D1	Sustrato 2 y 10 g/10l de enraizante.

Leyenda: S = sustrato; D=Dosis de enraizador (0; 5 y 10 g/10l)

3.1.2 Sucesos de fenómenos climáticos

Durante el ensayo de este presente trabajo, se vino ejecutando evaluaciones cada 15 días, el inicio de los primeros brotes fueron del 5 al 15 de septiembre de 2022, con muy buena vigorosidad, pero a causa de los cambios climáticos descensos de temperatura bajo 0° (heladas), se vieron afectados los primeros brotes de las estacas quedando muertos. Como así también por las fuertes granizadas.

Se puede observar claramente en la tabla N° 7 los días y cuanto fue el descenso de temperaturas.

Tabla N° 7. Datos de temperatura mínima (°C) 2022.

Estación:	Trancas									Latitud Sud:	21° 18' 29"		
Departamento:	Tarija									Longitud Oeste:	64° 48' 57"		
Provincia:	Mendez									Altitud m/s/n/m:	2198		
DATOS DE : TEMPERATURA MÍNIMA DIARIA (°C)													
AÑO: 2022													
DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	18.0	13.0	13.0	10.0	12.0	0.0	2.0	7.0	11.0	4.0	1.0	14.0	8.8
2	15.0	14.0	14.0	10.0	11.0	-1.0	10.0	4.0	7.0	7.0	-3.0	13.0	8.4
3	17.0	15.0	12.0	12.0	6.0	-2.0	-1.0	8.0	3.0	7.0	1.0	15.0	7.8
4	16.0	14.0	15.0	8.0	1.0	7.0	2.0	9.0	3.0	6.0	5.0	16.0	8.5
5	13.0	13.0	16.0	13.0	3.0	9.0	14.0	8.0	2.0	9.0	5.0	19.0	10.3
6	15.0	10.0	17.0	15.0	4.0	6.0	16.0	5.0	-2.0	7.0	3.0	21.0	9.8
7	16.0	12.0	15.0	14.0	8.0	4.0	13.0	3.0	5.0	7.0	10.0	22.0	10.8
8	14.0	12.0	15.0	14.0	6.0	3.0	7.0	5.0	15.0	6.0	13.0	17.0	10.6
9	17.0	11.0	13.0	12.0	10.0	2.0	8.0	4.0	7.0	8.0	10.0	18.0	10.0
10	15.0	13.0	14.0	13.0	6.0	-2.0	8.0	2.0	4.0	3.0	8.0	17.0	8.4
11	13.0	16.0	11.0	12.0	8.0	4.0	12.0	1.0	2.0	0.0	14.0	16.0	9.1
12	14.0	12.0	9.0	13.0	9.0	0.0	1.0	1.0	5.0	3.0	10.0	15.0	7.7
13	15.0	10.0	11.0	12.0	5.0	-2.0	-2.0	4.0	2.0	10.0	15.0	18.0	8.2
14	14.0	12.0	10.0	13.0	4.0	-2.0	4.0	5.0	2.0	11.0	14.0	20.0	8.9
15	12.0	16.0	11.0	14.0	8.0	0.0	3.0	10.0	3.0	9.0	6.0	22.0	9.5
16	15.0	11.0	10.0	9.0	5.0	-3.0	13.0	7.0	3.0	10.0	17.0	18.0	9.6
17	17.0	13.0	13.0	10.0	3.0	6.0	-4.0	13.0	9.0	10.0	16.0	15.0	10.1
18	15.0	14.0	11.0	9.0	1.0	-2.0	3.0	3.0	10.0	11.0	16.0	13.0	8.7
19	13.0	15.0	10.0	4.0	2.0	-3.0	4.0	3.0	8.0	10.0	20.0	14.0	8.3
20	15.0	12.0	12.0	6.0	3.0	-2.0	4.0	-2.0	6.0	6.0	18.0	17.0	7.9
21	16.0	14.0	13.0	8.0	8.0	4.0	8.0	-1.0	9.0	10.0	19.0	14.0	10.2
22	17.0	13.0	13.0	10.0	1.0	3.0	5.0	-2.0	7.0	11.0	12.0	17.0	8.9
23	16.0	14.0	16.0	6.0	12.0	1.0	7.0	3.0	7.0	7.0	10.0	18.0	9.8
24	15.0	15.0	15.0	9.0	8.0	5.0	5.0	5.0	2.0	12.0	18.0	13.0	10.2
25	15.0	16.0	11.0	15.0	4.0	1.0	4.0	7.0	4.0	15.0	20.0	10.0	10.2
26	16.0	16.0	9.0	8.0	11.0	3.0	7.0	8.0	5.0	15.0	21.0	13.0	11.0
27	13.0	16.0	7.0	16.0	4.0	15.0	10.0	14.0	6.0	15.0	20.0	15.0	12.6
28	12.0	17.0	8.0	9.0	3.0	7.0	8.0	10.0	10.0	8.0	17.0	16.0	10.4
29	16.0	****	8.0	12.0	7.0	-3.0	9.0	11.0	4.0	11.0	20.0	19.0	10.4
30	13.0	****	16.0	9.0	7.0	1.0	10.0	6.0	6.0	15.0	21.0	13.0	10.6
31	11.0	****	7.0	****	5.0	****	4.0	4.0	****	4.0	****	18.0	7.6
SUM	459.0	379.0	375.0	325.0	185.0	59.0	194.0	165.0	165.0	267.0	377.0	506.0	3456.0
MED	14.8	13.5	12.1	10.8	6.0	2.0	6.3	5.3	5.5	8.6	12.6	16.3	9.5
MAX	18.0	17.0	17.0	16.0	12.0	15.0	16.0	14.0	15.0	15.0	21.0	22.0	22.0
MIN	11.0	10.0	7.0	4.0	1.0	-3.0	-4.0	-2.0	-2.0	0.0	-3.0	10.0	-4.0
N	31.0	28.0	31.0	30.0	31.0	30.0	31.0	31.0	30.0	31.0	30.0	31.0	365.0

Fuente: SENAMHI 2022.

3.2. Evaluación del desarrollo de brotes

El desarrollo de la parte aérea de las estacas se la realizó a través de los parámetros de evaluación de las variables de prendimiento, cantidad de brotes, altura de brotes y diámetro del brote.

En los siguientes párrafos se describen el comportamiento de cada variable como consecuencia de los tratamientos aplicados a las estacas (remojo en hormonas) antes

de su colocado en las macetas para su desarrollo y al diferente tipo sustrato de las mismas.

3.2.1 Prendimiento

El prendimiento fue evaluado a través de un análisis relativo, al final de ensayo, de las estacas que desarrollaron brotes en relación con el número total de las estacas establecidas para cada tratamiento. La unidad de medida fue el % de estacas vivas.

En la tabla N°8 se presentan los resultados de sobrevivencia por tratamiento y repetición.

Tabla N°8 Prendimiento (%) de las estacas

	Tratamiento	Repeticiones			Media
		I	II	III	
T1	S1D0	89	67	100	85,33
T2	S2D0	89	78	100	89,00
T3	S1D1	89	78	67	78,00
T4	S2D1	56	78	67	67,00
T5	S1D2	33	78	78	63,00
T6	S2D2	22	33	33	29,33

Las variaciones en las medias del análisis de prendimiento indican que el tratamiento T2 tuvo el valor más alto de 89.00 % mientras que el valor menor correspondió al tratamiento T6 con valor de 29,33 %.

Para determinar si existen diferencias significativas entre tratamientos se realizó la prueba del análisis de varianza (ANVA) obteniéndose los resultados que se presentan en la Tabla N° 9.

Tabla N°9. ANVA prendimiento

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab 0,05	Ftab 0,01
Factor A	1	840,50	840,50	3,71	4,75	9,33
Factor B	2	5179,11	2589,56	11,42*	3,89	6,93
Int (AxB)	2	1061,33	530,67	2,34	3,89	6,93
Error	12	2721,33	226,78			
Total	17	9802,28				

De la tabla presentada se puede concluir que el factor A (Sustrato) y la interacción de A con B (Dosis de enraizante) no tienen diferencias estadísticamente significativas para la variable prendimiento en los tratamientos. El factor que presenta significación es el B que está relacionado con la dosis de enraizante.

Sometido a la prueba de Tukey conocida también como DHS (Diferencia Significativa Honesta) el contraste de las medias del factor B, donde existen diferencias estadísticamente significativas, se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla N°10.

Tabla N°10. Prueba de DHS o Tukey para el factor B

Parámetros	Diferencia de medias		Categorización	
q	3,77	D0-D1 14,67	D0 87,17	a
DHS	23,18	D0-D2 41,00	D1 72,70	a
		D1-D2 26,33	D2 46,17	b

Luego de la aplicación de la prueba de Tukey se puede concluir que el prendimiento de las estacas fue mejor con los niveles de dosis D0 y D1 mientras que la dosis D2 obtuvo valores muy bajos.

3.2.2. Número de brotes por estaca.

Las especies forestales que se propagan a través de estacas tienen la particularidad de emitir uno o varios brotes, esta característica fue evaluada en el ensayo considerando que la misma es una expresión del vigor del material vegetal. Cuando existen muchos brotes en una estaca se tiene mejores opciones para la elección del mejor brote para encausar el crecimiento del futuro árbol en concordancia con las necesidades que se buscan cumplir. (unirioja.es).

La variable fue evaluada con la unidad de medida N° de brotes por estaca. Esta variable fue evaluada periódicamente durante 11 mediciones que se realizaron aproximadamente cada 15 días.

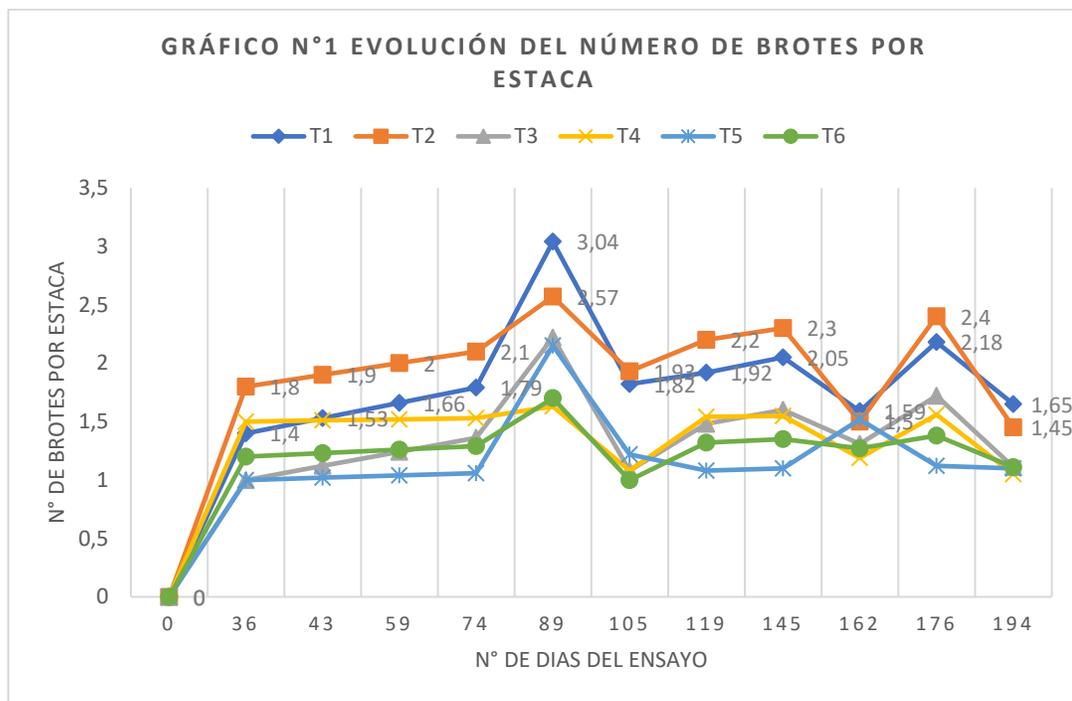
Uno de aspectos observados en el ensayo fue la emisión de brotes de las estacas, además de evaluar al final del ensayo el número total de brotes por estaca, también se observó la evolución del incremento o decremento del número de estacas mediante lecturas sistemáticas.

En la Tabla N° 11 se presentan los resultados de la evolución del número de estacas durante el periodo que duró el ensayo.

Tabla N°11. Evolución del desarrollo de brotes por estaca y por tratamiento.

Trat.	2022						2023					
	ago- 25	oct- 01	oct- 15	oct- 31	nov -15	nov -30	dic -15	dic -30	ene -15	feb -01	feb -15	mar -05
T1	0,00	1,4 0	1,5 3	1,6 6	1,79	3,04	1,8 2	1,9 2	2,0 5	1,5 9	2,1 8	1,65
T2	0,00	1,8 0	1,9 0	2,0 0	2,10	2,57	1,9 3	2,2 0	2,3 0	1,5 0	2,4 0	1,45
T3	0,00	1,0 0	1,1 2	1,2 4	1,36	2,22	1,0 8	1,4 8	1,6 0	1,3 1	1,7 2	1,11
T4	0,00	1,5 0	1,5 1	1,5 2	1,53	1,63	1,0 8	1,5 4	1,5 5	1,1 9	1,5 6	1,05
T5	0,00	1,0 0	1,0 2	1,0 4	1,06	2,15	1,2 2	1,0 8	1,1 0	1,5 2	1,1 2	1,10
T6	0,00	1,2 0	1,2 3	1,2 6	1,29	1,70	1,0 0	1,3 2	1,3 5	1,2 7	1,3 8	1,11

Graficando los valores numéricos de la tabla anterior se obtuvieron las curvas que muestran las tendencias de los tratamientos en cuanto a la variable de número de brotes por estaca en relación con los números de días del ensayo. Ver gráfica N° 1.



Analizando el gráfico anterior se puede observar que durante todo el ensayo los tratamientos T1 y T2 estuvieron por encima de todas las demás.

Para el análisis del número total de brotes por estacas al final del ensayo, las lecturas finales se realizaron el 5 de marzo cuyos resultados tabulados para cada tratamiento y repetición se presentan en la Tabla N° 12.

Tabla N°12. Número de brotes por estaca

Tratamientos	Repeticiones			Media
	1	2	3	
T1	1,88	1,33	1,75	1,65
T2	1,50	1,14	1,71	1,45
T3	1,00	1,00	1,33	1,11

T4	1,00	1,14	1,00	1,05
T5	1,17	1,14	1,00	1,10
T6	1,00	1,33	1,00	1,11

Las variaciones en las medias del análisis de número de brotes por estaca indican que el tratamiento T1 tuvo el valor más alto de 1,65 mientras que el valor menor correspondió al tratamiento T4 con valor de 1,05 %.

Para determinar si existen diferencias significativas entre tratamientos en la variable número de brotes por estaca se realizó la prueba del análisis de varianza (ANVA) obteniéndose los resultados que se presentan en la Tabla N° 13.

Tabla N° 13. ANVA número de brotes por estaca

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab 0,05	Ftab 0,01
Factor A	1	0,03	0,03	0,80	4,75	9,33
Factor B	2	0,85	0,42	10,02	3,89	6,93
Int (AxB)	2	0,03	0,02	0,41	3,89	6,93
Error	12	0,51	0,04			
Total	17	1,42				

Del análisis de la variable número de brotes por estacas se puede concluir que el factor A (Sustrato) y la interacción de A con B (Dosis de enraizante) no tienen diferencias

estadísticamente significativas, solo el factor B presenta significación siguiendo el mismo comportamiento que en el análisis del prendimiento.

Sometido a la prueba de Tukey conocida también como DHS (Diferencia Significativa Honesta) el contraste de las medias del factor B, donde existen diferencias estadísticamente significativas, se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla N° 14.

Tabla N° 14. Prueba de DHS o Tukey para el factor B

Parámetros		Diferencia de medias		Categorización		
q	3,77	D0-D1	0,47	D0	1,55	a
DHS	0,32	D0-D2	0,45	D1	1,08	b
		D1-D2	0,03	D2	1,11	b

La prueba de Tukey para el número de brotes por estaca arrojó como resultado que la dosis de enraizante D0 es mejor que las dosis D1 y D2.

3.2.3. Altura del brote principal por estaca

Se evaluó esta variable como un indicador del vigor de los brotes puesto que el desarrollo de los mismos tiene una relación directa con la parte radical de la nueva planta. La altura de brote principal se midió en centímetros (cm) al final del ensayo.

En la Tabla N° 15 se presentan los valores que se obtuvieron en la evaluación de la altura del brote principal en cada tratamiento y repetición evaluadas al final del ensayo.

Tabla N°15. Altura de brote principal en cm

Tratamiento		Repeticiones			Media
		I	II	III	
T1	S1D0	14,72	9,23	5,00	9,65
T2	S2D0	10,67	7,29	19,56	12,51
T3	S1D1	8,38	3,00	3,67	5,02
T4	S2D1	3,10	3,07	4,33	3,50
T5	S1D2	5,25	2,25	8,40	5,30
T6	S2D2	2,00	3,67	3,00	2,89

Las variaciones observadas en el análisis de las medias de la altura del brote principal indican que el tratamiento T2 tuvo el valor más alto de 12,51 cm mientras que el valor menor correspondió al tratamiento T6 con un valor de 2,89 cm. En un tiempo de 170 días.

Para determinar si existen diferencias significativas entre tratamientos en la variable altura del brote principal se realizó la prueba del análisis de varianza (ANVA) obteniéndose los resultados que se presentan en la Tabla 16.

Tabla N° 16. ANVA longitud del brote principal

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab 0,05	Ftab 0,01
Factor A	1	0,57	0,57	0,04	4,75	9,33

Factor B	2	190,61	95,31	6,87	3,89	6,93
Int (AxB)	2	23,83	11,92	0,86	3,89	6,93
Error	12	166,39	13,87			
Total	17	381,41				

Observando la tabla del ANVA de la longitud del brote principal se puede concluir que el factor A (Sustrato) y la interacción de A con B (Dosis de enraizante) no presentan diferencias estadísticamente significativas, solo el factor B presenta significación siguiendo el mismo comportamiento de las variables prendimiento y número de brotes por estaca.

Sometido a la prueba de Tukey conocida también como DHS (Diferencia Significativa Honesta) el contraste de las medias del factor B, donde existen diferencias estadísticamente significativas, se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla N° 17.

Tabla N°17. Prueba de DHS o Tukey para el factor B

Parámetros	Diferencia de medias		Categorización		
q	3,77	D0-D1 6,82	D0	11,08	a
DHS	5,73	D0-D2 6,98	D1	4,26	b
		D1-D2 0,16	D2	4,10	b

En cuanto a la longitud del brote principal se concluye que la dosis de enraizante D0 es mejor que las dosis D1 y D2 y que estas últimas estadísticamente son iguales.

3.3.4. Diámetro del brote mayor

Se evaluó la variable diámetro del brote mayor como un indicador del crecimiento y desarrollo de los brotes, parte vegetativa que constituye de interés silvicultural en la reproducción de especies forestales. El diámetro del brote mayor se midió milímetros (mm) al final del ensayo.

En la Tabla N°18 se presentan los valores que se obtuvieron en la evaluación del diámetro del brote mayor en cada tratamiento y repetición evaluadas al final del ensayo.

Tabla N° 18. Diámetro del brote mayor en mm

	Tratamiento	Repeticiones			Suma	Media
		I	II	III		
T1	S1D0	4,21	3,40	2,99	10,60	3,53
T2	S2D0	3,80	2,90	3,87	10,57	3,52
T3	S1D1	3,00	2,47	3,15	8,62	2,87
T4	S2D1	2,13	2,23	2,96	7,32	2,44
T5	S1D2	3,64	2,42	3,18	9,24	3,08
T6	S2D2	2,15	3,43	1,97	7,55	2,52
	Suma	18,93	16,85	18,12	53,90	

Las variaciones observadas en el análisis de las medias del diámetro del brote principal indican que el tratamiento T1 tuvo el valor más alto de 3,53 mm mientras que el valor menor correspondió al tratamiento T4 con un valor de 2,44 mm.

Para determinar si existen diferencias significativas entre tratamientos en la variable diámetro del brote principal se realizó la prueba del análisis de varianza (ANVA) obteniéndose los resultados que se presentan en la Tabla 19.

Tabla N° 19. ANVA Diámetro del brote mayor

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab 0,05	Ftab 0,01
Factor A	1	0,51	0,51	1,50	4,75	9,33
Factor B	2	2,63	1,31	3,89	3,89	6,93
Int (AxB)	2	0,25	0,13	0,37	3,89	6,93
Error	12	4,05	0,34			
Total	17	7,43				

Observando la tabla del ANVA del diámetro del brote principal se puede concluir que el factor A (Sustrato) y la interacción de A con B (Dosis de enraizante) no presentan diferencias estadísticamente significativas, solo el factor B presenta significación estadística siguiendo el mismo patrón de comportamiento de las variables prendimiento, número de brotes y altura del brote principal.

Sometido a la prueba de Tukey conocida también como DHS (Diferencia Significativa Honesta) el contraste de las medias del factor B, donde existen diferencias estadísticamente significativas, se obtuvieron los resultados que se presentan en la Tabla N° 20.

Tabla N° 20. Prueba de DHS o Tukey para el factor B

Parámetros		Diferencia de medias		Categorización		
q	3,77	D0-D1	0,87	D0	3,53	a
DHS	0,40	D0-D2	0,73	D1	2,66	b
		D1-D2	0,14	D2	2,80	b

En cuanto a la variable diámetro del brote principal se concluye que la dosis de enraizante D0 es mejor que las dosis D1 y D2 y que estas últimas estadísticamente son iguales.

3.4. Evaluación del Desarrollo radicular

El desarrollo de la parte radicular de las estacas se evaluó a partir de la mensura y análisis de las variables longitud de la raíz principal y biomasa del conjunto de raíces que desarrolló cada estaca.

La evaluación de esta variable es de suma importancia considerando que uno de los factores de evaluación busca medir el efecto de una hormona de enraizamiento que permita un mayor número de estacas prendidas y brotes de calidad y mejor desarrollo.

3.4.1. Longitud de la raíz principal

Esta variable fue medida en centímetros (cm), los resultados obtenidos para cada tratamiento se presentan en la Tabla N° 21.

Tabla N°21. Longitud de la raíz principal (cm)

Tratamiento		Repeticiones			Media
		I	II	III	
T1	S1D0	15,50	3,00	7,00	8,50
T2	S2D0	17,00	13,00	20,00	16,67
T3	S1D1	18,00	12,00	8,00	12,67
T4	S2D1	13,00	2,00	6,00	7,00
T5	S1D2	5,50	4,00	12,50	7,33
T6	S2D2	5,00	10,50	15,00	10,17

Las variaciones observadas en el análisis de longitud de la raíz principal indican que el tratamiento T2 tuvo el valor más alto de 16,67 cm mientras que el valor menor correspondió al tratamiento T4 con un valor de 7,00 cm.

Para determinar si existen diferencias significativas entre tratamientos en la variable longitud de la raíz principal se realizó la prueba del análisis de varianza (ANVA) obteniéndose los resultados que se presentan en la Tabla N°22.

Tabla N° 22. ANVA longitud de la raíz principal

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab 0,05	Ftab 0,01
Factor A	1	14,22	14,22	0,55	4,75	9,33
Factor B	2	46,86	23,43	0,91	3,89	6,93
Int (AxB)	2	146,03	73,01	2,82	3,89	6,93
Error	12	310,17	25,85			
Total	17	517,28				

Observando la tabla del ANVA de la longitud de la raíz principal se puede concluir que no existen diferencias estadísticamente significativas para ningún factor ni para las interacciones de éstos.

3.4.2. Biomasa de las raíces por estaca

La biomasa se evaluó con el propósito de conocer la cantidad de materia vegetal radicular que desarrolla cada estaca en el proceso de propagación. El comportamiento de acuerdo a la producción de biomasa se evaluó a través del ensayo destructivo. Para ello, se destruyó al azar 18 ejemplares para ser trasladados al laboratorio

La biomasa total de raíces que desarrolló cada estaca se midió en gramos (g), los resultados obtenidos para cada tratamiento se presentan en la Tabla 23.

Tabla N° 23. Biomasa radicular

	Tratamiento	Repeticiones			Media
		I	II	III	
T1	S1D0	1,40	0,04	0,40	0,61
T2	S2D0	0,30	0,50	1,20	0,67
T3	S1D1	11,40	0,60	0,40	4,13
T4	S2D1	1,18	0,02	0,26	0,49
T5	S1D2	0,17	0,05	0,28	0,17
T6	S2D2	0,23	0,31	0,70	0,41

Las variaciones observadas en el análisis de las medias en la biomasa radicular indican que el tratamiento T3 tuvo el valor más alto de 4,13 g mientras que el valor menor correspondió al tratamiento T5 con un valor de 0,17 gramos de raíz.

Para determinar si existen diferencias significativas entre tratamientos en la variable biomasa radicular se realizó la prueba del análisis de varianza (ANVA) obteniéndose los resultados que se presentan en la Tabla N°24

Tabla N° 24. ANVA biomasa radicular

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab 0,05	Ftab 0,01
Factor A	1	5,60	5,60	0,82	4,75	9,33
Factor B	2	13,98	6,99	1,03	3,89	6,93
Int (AxB)	2	14,44	7,22	1,06	3,89	6,93
Error	12	81,57	6,80			
Total	17	115,60				

Observando la tabla del ANVA de la biomasa radicular se puede concluir que no existen diferencias estadísticamente significativas para ningún factor ni para las interacciones de éstos.

Con la finalidad de analizar la totalidad de las variables observadas durante el ensayo, en la Tabla N° 25 se presenta un resumen de las mismas.

Tabla N° 25. Resumen de la significación estadística de las fuentes de variación en todas las variables evaluadas

Variables	Fuente de variación		
	Factor A	Factor B	Int. AxB
Prendimiento (%).	NS	S	NS
N° de brotes/estaca.	NS	S	NS
Altura brote principal (cm).	NS	S	NS
Diámetro brote mayor (mm).	NS	S	NS
Longitud de la raíz principal (cm)	NS	NS	NS
Biomasa radicular (g).	NS	NS	NS

Leyenda: **NS**=No significativo; **S**=Significativo

Del análisis de la tabla resumen se puede observar que todas las variables que midieron el desarrollo aéreo de la planta presentan significación estadística en el factor B y no así en el factor A ni en las interacciones.

En el desarrollo radicular todos los tratamientos acusan similar crecimiento y desarrollo por lo que los datos sometidos al ANVA determinaron que no hay diferencias estadísticamente significativas dentro de los factores A y B ni de sus interacciones.

3.2. Discusiones

De los análisis estadísticos realizados y mediante las observaciones de campo se puede deducir que la hormona y el sustrato utilizado para enraizar estacas herbáceas de reportaron mayor porcentaje de brotación el tratamiento DOS1.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

4.1.1. Sobre el desarrollo en general

El desarrollo de las estacas en general presentó valores muy bajos, esto debido a los sucesos climáticos suscitados como a las condiciones ambientales de la zona considerando las exigencias climáticas de la especie.

4.1.2. Sobre el desarrollo aéreo de las estacas

Las cuatro variables que permitieron evaluar el desarrollo aéreo de las estacas presentaron diferencias significativas en el Factor B (dosis de enraizante) y en todas ellas los mejores tratamientos son aquellos que presentan dosis de 0 g/10 L. y 5 g/10 L.

4.1.3. Sobre el desarrollo en general

El desarrollo radicular de las estacas fue muy bajo y para las variables estudiadas no se obtuvieron diferencias de ningún tipo.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda propagar esta especie sin el empleo de hormonas de enraizamiento pues esta es una especie que tiene una alta capacidad de propagación natural por estacas sin el empleo de ningún aditivo.

Para mejorar los parámetros de desarrollo aéreo y radicular se recomienda buscar una zona con mejores índices de temperatura o en su caso, para la zona donde se realizó el ensayo, analizar las opciones de propagar en invernadero en poli propagador.