

UNIVERSIDAD  
**CIENTÍFICA**  
DEL SUR

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AGROFORESTAL**

**“EFECTOS DEL ÁCIDO INDOLBUTÍRICO Y EL ÁCIDO  
NAFTALENO ACÉTICO EN EL CRECIMIENTO RADICULAR  
EN ESTACAS DE (*Moringa oleífera* [Linneau]) EN EL  
BIOHUERTO DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL  
SUR, VILLA EL SALVADOR”**

Tesis para optar el título profesional de:  
INGENIERO AGROFORESTAL

Presentado por:  
Porfirio Daniel Salmón García (0000-0001-5770-1842)

Asesor:  
Héctor Domingo Velázquez Alcántara (0000-0001-8181-4142)

Lima - Perú  
2020

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 15 de noviembre de 2022.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Luis Paul Quirós Rossi
Integrante: Mg. Zoila Rosa Salinas Sifuentes
Integrante: Mg. Oscar Reátegui Arévalo

Se reúnen para evaluar la tesis titulada: Efectos del ácido indolbutírico y el ácido naftaleno acético en el crecimiento radicular en estacas de *Moringa oleifera* (Linneau) en el biohuerto de la Universidad Científica del Sur, Villa El Salvador.

Presentada por el estudiante:

- Porfirio Daniel Salmón García

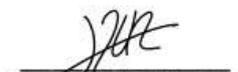
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroforestal

Asesorada por: Lic. Héctor Domingo Velásquez Alcántara

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de los estudiantes en la sustentación, concluyen de manera unánime ( X ) por mayoría simple ( ) calificar a:

Integrante: Porfirio Daniel Salmón García			Nota (escrito): 15 (quince)
Aprobado (x)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

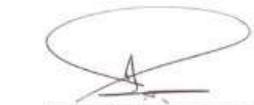
Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Mg. Luis Paul Quirós Rossi  
Presidente del jurado



Mg. Zoila Rosa Salinas Sifuentes  
Miembro del jurado



Mg. Oscar Reátegui Arévalo  
Miembro del jurado



Lic. Héctor Domingo Velásquez Alcántara  
Asesor(a)

## INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

**Título del documento evaluado.** Efectos del ácido indolbutírico y el ácido naftaleno acético en el crecimiento radicular en estacas de Moringa oleífera [Linneau] en el biohuerto de la Universidad Científica del Sur, Villa El Salvador

**Autores.** Porfirio Daniel Salmón García.

**Mecanismo de revisión de originalidad.** Evaluación con Turnitin (ID 1958015376).

**Resultado de la evaluación.** 6%

**Revisado por.** Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

**Comentarios sobre la revisión.** Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.

### Efectos del ácido indolbutirico

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://recursosbiblio.url.edu.gt">recursosbiblio.url.edu.gt</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="http://oa.upm.es">oa.upm.es</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://eprints.ucm.es">eprints.ucm.es</a> Fuente de Internet	<1%
4	<a href="http://repositorio.ucss.edu.pe">repositorio.ucss.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="http://www.repositorio.usac.edu.gt">www.repositorio.usac.edu.gt</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="http://ri.ues.edu.sv">ri.ues.edu.sv</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://repositorio.espam.edu.ec">repositorio.espam.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://archive.org">archive.org</a> Fuente de Internet	<1%
9	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1%

## AGRADECIMIENTO

A mis padres Gloria y Ricardo por ser el motor en mi vida y en gracias a ellos la capacidad de superarme y desearme siempre lo mejor. Gracias a su presencia y persona han forjado la persona soy hoy en día.

A mi asesor Héctor Velásquez y mi director de carrera el Ing. Luis Quirós por su paciencia, compromiso y apoyo para poder realizar con eficiencia mi proyecto y compañeros que en el proceso de la vida en la cual nos fuimos superando, porque cada uno de ustedes han sido mis motivos de desarrollo y superación.

A mi compañero y amigo, Sergio Azcárate por el apoyo en la parte estadística de mi proyecto de tesis.

A la Universidad Científica del Sur por el apoyo de brindarme un espacio para el desarrollo experimental de mi proyecto de tesis.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. JUSTIFICACIÓN .....	2
III. MARCO TEÓRICO.....	6
3.1 Características taxonómicas de la especie .....	6
3.2 Distribución y origen de la Moringa oleífera .....	6
3.3 Descripción botánica de la especie .....	6
3.4 Factores en tomar en cuenta al estaqueado.....	7
3.4.1 Edad del árbol progenitor .....	7
3.4.2 Identificación y selección de la planta madre .....	7
3.4.3 Topófisis.....	8
3.5 Propiedades nutricionales .....	8
3.6 Descripción de los reguladores de crecimiento .....	9
3.6.1 Hormonas facilitadoras del enraizamiento.....	9
3.6.2 Auxinas .....	10
3.6.3 Ácido Indolbutírico .....	10
3.6.4 Ácido naftaleno acético .....	10
3.6.5 Proceso fisiológico del enraizado.....	11

3.7 Factores responsables del enraizamiento .....	11
IV. OBJETIVO Y/O HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN .....	12
4.1 Objetivos generales:.....	12
4.2 Objetivos específicos: .....	12
4.3 Hipótesis de investigación .....	12
4.4 Variables de la hipótesis .....	13
4.4.1 Variable independiente: .....	13
4.4.2 Variable dependiente.....	13
V. METODOLOGÍA .....	14
5.1 Materiales.....	14
5.2. Insumos .....	14
5.3 Lugar de estudio .....	14
5.3.1 Población .....	15
5.3.2 Clima.....	15
5.3.3 Relieve y Pendiente.....	15
5.3.4 Recolección de estacas.....	15
5.3.5 Llenado de bolsas .....	16
5.3.6 Elaboración y aplicación de la hormona AIB y ANA.....	16
5.3.7 Instalación de las estacas en las bolsas de vivero .....	17
5.4 Material experimental .....	18
5.5 Diseño experimental .....	19
5.6 Descripción de los tratamientos .....	20
5.7 Determinación de las variables a registrar .....	21
5.8 Crecimiento radicular a los 90 días .....	21
5.8.1 Promedio de brotes en estacas de moringa en 90 días .....	21

5.8.2 Diámetro de tallo medio e inferior en estacas de moringa oleífera en los	
90 días .....	21
5.9 Unidad experimental.....	22
VI. RESULTADOS.....	22
6.1 Efecto de los tratamientos.....	22
6.2 Efecto de la interacción de las tres variables con respecto al número de brotes.....	22
6.3 Efecto de la interacción de las tres variables con respecto al número de brotes en el tipo de corte bisel .....	23
6.4 Presencia de brotes con la interacción de la variable Hormona .....	24
6.5 Número de brotes por tratamiento .....	25
6.6 Numero de brotes con respecto al tipo de corte de estaca .....	26
6.7 Numero de brotes con respecto a la longitud de estaca .....	26
6.8 Variable: Diámetro de tallo inferior.....	27
6.9 Diámetro de tallo inferior y longitud de estaca con la hormona AIB y ANA en el tipo de corte bisel.....	28
6.9.1 Diámetro de tallo medio y longitud de estaca con la hormona AIB y ANA en el tipo de corte bisel .....	29
6.9.2 Diámetro de tallo medio y longitud de estaca con la hormona AIB y ANA en el tipo de corte circular.....	30
VII. DISCUSION DE RESULTADOS .....	31
7.1 Crecimiento radicular .....	31
7.2 Efecto de la interacción de las tres variables tipo de hormona, tipo de corte cilíndrico y longitud de estaca con respecto al número de brotes .....	33

7.3 Efecto de la interacción de las tres variables con respecto al número de brotes en el tipo de corte bisel .....	33
7.4 Diámetro de tallo medio .....	34
7.5 Diámetro de tallo inferior y longitud de estaca con la hormona AIB y ANA en el tipo de corte bisel .....	34
VIII. CONCLUSIONES .....	36
IX. RECOMENDACIONES .....	37
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38
XI. ABREVIATURA .....	43
XII. ANEXOS .....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estaca de moringa con presencia de 3 nudos .....	16
Figura 2. Preparación del sustrato y llenado de bolsas.....	16
Figura 3. A) Pesaje de hormona AIB. B) Pesaje de hormona ANA. ....	17
Figura 4. Instalación de estacas en el biohuerto de la Universidad.....	18
Figura 5. Hormonas auxinas ácido indolbutírico y ácido nadtaleno acético.....	18
Figura 6. Efecto de la interacción de las tres variables, longitud de estaca, hormonas AIB y ANA con respecto al número de brotes en el tipo de corte cilíndrico. ....	22
Figura 7. Efecto de la interacción de las tres variables, longitud de estaca, hormonas AIB y ANA con respecto al número de brotes en el tipo de corte bisel. ....	24
Figura 8. Diagrama de caja para el numero de brotes con respecto a la interacción de la variable hormona AIB, ANA y sin Hormona.....	24
Figura 9. Barra simple de medias para la variable número de brotes con respecto a los tratamientos .....	25
Figura 10. Diagrama de caja para la variable número de brotes con respecto a los tipos de corte a los 90 días de siembra: Cilíndrico, bisel y sin corte .....	26
Figura 11. Diagrama de caja sobre la interacción de las variables número de brotes y longitudes de estaca de 30 cm, 40 cm y 20 cm .....	26
Figura 12. Efecto de la interacción de las tres variables tipo de hormona (AIB y ANA) longitud estaca (40 cm y 20 cm) y tipo de corte cilíndrico con respecto al diámetro de tallo inferior .....	27

Figura 13.Efecto de la interacción de las tres variables tipo de hormona (AIB y ANA) longitud estaca (40 cm y 20 cm) con respecto al diámetro de tallo inferior del corte bisel ..... 28

Figura 14.Efecto de la interacción de las tres variables tipo de hormona (AIB y ANA) longitud estaca (40 cm y 20 cm) con respecto al diámetro de tallo medio del corte bisel ..... 29

Figura 15.Efecto de la interacción de las tres variables tipo de hormona (AIB y ANA) longitud estaca (40 cm y 20 cm) con respecto al diámetro de tallo medio del corte circular..... 30

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1	Análisis proximal de valores promedios de diferentes muestras de hojas frescas de moringa. ....	9
Tabla 2	Contenido de minerales de hojas frescas de moringa oleífera en 100 gr de porción comestible. ....	9
Tabla 3	Tratamientos producto de la combinación de los tres factores a evaluar.....	20
Tabla 4	Prueba de Normalidad de las variables .....	48
Tabla 5	Análisis de varianza para la variable Numero de Brotes .....	48
Tabla 6	Prueba de Intersujetos Independiente para cada variable .....	49
Tabla 7	Prueba Tukey ( $p < 0.05$ ) respecto a la variable número de brotes.....	49

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Planta madres para la recolección de las estacas .....	44
Anexo 2. Tratamientos con presencia de brotes sin presencia de raíces .....	45
Anexo 3. Análisis estadísticos .....	48

**“EFECTOS DEL ÁCIDO INDOLBUTIRICO Y EL ÁCIDO NAFTALENO  
ACÉTICO EN EL CRECIMIENTO RADICULAR EN ESTACAS DE (*Moringa  
oleífera*) EN EL BIOHUERTO DE LA UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL  
SUR, VILLA EL SALVADOR**

**RESUMEN**

Esta investigación tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de dos hormonas auxinas en el crecimiento radicular en estacas de moringa (*Moringa oleífera*). La investigación se desarrolló bajo las condiciones de la Universidad Científica del sur en una cama de siembra del biohuerto. En el ensayo se usó una concentración de hormona AIB y ANA de 3000 ppm, en dos longitudes de estacas de 40 cm y 20 cm y tipos de corte, cilíndrico y bisel, en la cual se aplicó un arreglo factorial completamente al azar 2 x 2 x 2 con 9 tratamientos y 25 repeticiones por tratamiento.

Al finalizar los 90 días, no se presenciaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la producción de raíces en ninguno de los tratamientos planteados con el uso de hormona, tipo de corte y longitud de estaca. Sin embargo, para la variable respuesta, número de brotes, hubo un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) con respecto a la longitud de estacas, como se observa en los T1, T2, T5 y T6, las cuales presentan longitudes de 40 cm como las más eficientes para el desarrollo de brotes. Como resultado de la investigación se concluye que bajo las condiciones donde se desarrolló el proyecto, la reproducción de esta especie a través de estacas no es posible, ya que solo se logra la proliferación de brotes mas no raíces. Es recomendable continuar investigando la especie, para encontrar la mejor técnica de propagación vegetativa.

**Palabras claves:** Propagación asexual, estacas, *Moringa oleífera*, auxinas, enraizamiento.

**EFFECTS OF INDOLBUTIRIC ACID AND ACETIC NAPHTHALENE ACID  
ON ROOT GROWTH IN STAKES OF (*Moringa oleifera*) IN THE BIO-GARDEN  
OF THE SCIENTIFIC UNIVERSITY OF THE SOUTH, VILLA EL SALVADOR**

**ABSTRACT**

The main objective of this research was to evaluate the effect of two auxin hormones on root growth in moringa cuttings (*Moringa oleifera*). The research will be developed under the conditions of the Scientific University of the South in a planting bed of the bio-garden. In the trial, a concentration of IBA and ANA hormone of 3000 ppm was used, in two lengths of stakes of 40 cm and 20 cm and types of cut, cylindrical and bevel, in which a completely random 2 x 2 factorial arrangement was applied. x 2 with 9 treatments and 25 repetitions per treatment.

At the end of 90 days, no significant differences ( $p < 0.05$ ) were observed in root production in any of the treatments proposed with the use of hormone, type of cut and stake length. However, for the response variable, number of shoots, there was a significant effect ( $p < 0.05$ ) with respect to the length of cuttings, as observed in T1, T2, T5 and T6, which have lengths of 40 cm as the most efficient for the development of shoots.

As a result of the research, it is concluded that under the conditions where the project was developed, it is not possible to reproduce the species by means of stakes, since these manage to produce shoots, but not roots that guarantee their rooting and survival. It is recommended to continue researching the species, to find the best form of asexual propagation.

**Keywords:** Asexual propagation, stakes, *Moringa oleifera*, auxins, rooting.

## I. INTRODUCCIÓN

La planta *Moringa oleífera* es un árbol de origen hindú conocido comúnmente como el árbol de la vida, cuya introducción se dio a los países en los cuales los porcentajes de desnutrición crónica y hambrunas es numerosa; esto se debe por su alto contenido de proteínas, vitaminas, grasas, minerales, carbohidratos y fibras (Escobar, 2017). Esta especie presenta múltiples usos para la industria alimenticia, ganadera, farmacéutica y agrícola; este cultivo puede ser aprovechado de manera total al consumir o transformar todas las partes del árbol, ya sea sus semillas, corteza, vainas, hojas, entre otros. Gracias a la autorización del Servicio Nacional de Sanidad Agraria, la moringa pudo ser introducida al Perú desde México y posteriormente fue cultivada en el año 1999 (Chepote, 2018).

Este árbol multipropósito mantiene su importancia por la variedad de formas que tiene para ser aprovechada. Como, por ejemplo, forraje, fruta, madera, y medicina, a su vez se destaca para fines agroecológicos, ya que presenta rendimientos altos de biomasa y una buena calidad nutritiva, (Ramírez, et al, 2020). Este árbol multipropósito es una especie de rápido crecimiento la cual puede llegar a medir de 15 y 20 metros de altura y tener un periodo de vida de 20 años.

Es de suma importancia la propagación de esta especie ya que contiene numerosas propiedades que pueden ser aplicadas en diversas industrias debido a su alto poder nutricional, además su propagación generará beneficios sociales y económicos, debido al amplio uso que se obtiene como producto alimenticio y a los posibles ingresos que se generan por la venta de sus subproductos.

Esta planta tiene alto valor comercial ya que todos sus productos y subproductos pueden ser consumidas de manera directa ya sea en crudo, cocido o procesado, también el aceite que se extrae de sus semillas puede ser utilizada en diversas técnicas de medicina

tradicional (Fuglie, 2001).

Este árbol es utilizado también en sistemas agrícolas como barreras vivas por su capacidad de bloquear fuertes vientos (Becker Nair, 2004); los productos de esta especie están obteniendo una gran importancia no solo para las grandes industrias, sino también para la agricultura a pequeña escala, como son los pequeños agricultores, quienes en su mayoría presentan elevados grados de desnutrición infantil (Anwar, 2007).

El objetivo de este proyecto de investigación es evaluar el crecimiento radicular de estacas de moringa usando dos hormonas enraizadoras, AIB y ANA, en dos tipos de longitudes de estacas y en dos tipos de corte (cilíndrico y bisel).

Este método de propagación es competitivo con otras técnicas de reproducción asexual a siendo este, el más sencillo de desarrollar pues no se requiere personal altamente calificado, (Garate, 2010).

## II. JUSTIFICACIÓN

Se han evidenciado problemas de enraizamiento en el cultivo de *Moringa oleífera* por medio de estacas, tal como evidencia la investigación siguiente:

Se realizó la evaluación de la longitud de la raíz después de sembrada las estacas a los 50 días, como variable de respuesta fueron dos reguladores de crecimiento y dos longitudes de estacas al momento de la toma de datos en campo se pudo identificar que ninguna estaca presentaba enraizamiento, (Escobar, 2017).

Al constatar que las estacas no presentaban crecimiento radicular, se planificaron 8 días más y tomándose otra estaca de cada tratamiento para identificar el desarrollo de raíces; 60 días después de establecidas las estacas, los brotes empezaron a marchitarse, por lo que se procedió a verificar si algunas de las estacas de la investigación presentaban

raíces, concluyendo que ninguna de ellas presentaba crecimiento, ni indicios de raíces. (Escobar, 2017).

Según el autor (Armengol, Pérez, Reyes y Sánchez, 2010), menciona que a temperaturas menores a los 14°C esta no florece y solo se podría reproducir vegetativamente por estacas. También en la publicación sobre “Las técnicas de propagación de la moringa”, los autores Sharma y Rains (1985), indican que, al almacenar la semilla por dos meses a más, esta, tiende a perder su poder germinativo haciendo difícil su propagación por este tipo. Además, en un estudio sobre se evaluó la producción de biomasa en Managua, Nicaragua”, los autores, Duarte y Flores (2004) mencionan que la viabilidad del surgimiento de la planta al propagar por semillas depende, en cierta manera, de la fertilidad de los progenitores.

De esta manera es importante encontrar una alternativa para poder reproducir vegetativamente la especie. La propagación asexual es una técnica eficaz que asegura la propagación de árboles con características importantes para futuras plantaciones, además, la selección directa permite conservar las mayores características hereditarias que la propia propagación por semillas (Zúñiga, 2018). Este tipo de propagación es utilizado para muchas especies debido a la facilidad de poder reproducirlas en menor tiempo, además este método permite propagar híbridos que no pueden ser reproducidos por semillas, lo que garantiza una correcta manera de preservar la integridad de la especie por varios años (Alfaro, 2008).

El uso de hormonas que contengan auxinas ha favorecido en muchos proyectos de reproducción asexual como una alternativa eficaz que permite el aumento de la capacidad radicular y la división celular, lo que posibilita la propagación de nuevas plantas preservando la integridad genética de la planta madre (Soudre, 2010).

La siguiente investigación por desarrollar, se realiza con la finalidad de poder propagar la especie a partir de estacas. Según Alfaro (2008), las semillas no deben pasar por métodos de escarificación ya que, al sumergirlas a 92°C durante un minuto, afecta negativamente a la germinación; por otro lado, las semillas germinan mejor si se introducen en agua a temperatura ambiente 24 horas antes de la siembra; de esta manera, al desconocer estas características y sus técnicas de germinación no se podría realizar una propagación eficiente por este método. Por otra parte, las estacas cortadas a finales de época seca presentan un rendimiento del 95% y un 90% de sobrevivencia (Reyes, 2004). Según Parrota (1993) al comparar la propagación por semilla y por estacas se obtuvo que el método por propagación vegetativa (estacas) es la más eficiente ya que presentaron mayor crecimiento, rápido desarrollo en las vainas y de mejor calidad.

De esta manera se evaluará el crecimiento radicular de la moringa a través de estacas, mediante la aplicación de dos hormonas enraizantes con el firme propósito que la obtención de dicho resultado genere una mejora con respecto al uso correcto de estas moléculas.

La propagación por medio de estacas en diversas especies tiene como propósito principal el desarrollar una planta clon, con características fisiológicas similares y genéticas de la planta selecta, con la finalidad de poder activar sus procesos fisiológicos en menor tiempo en comparación con su propagación por semillas (Andagoya, 2017).

Se espera que los métodos empleados para llevar a cabo el trabajo, así como también, las técnicas aplicadas sean de máxima utilidad en la solución de problemáticas futuras respecto al uso de hormonas que promueven el crecimiento radicular para la propagación de estas u otras especies.

La tecnología empleada para este proyecto experimental es de bajo costo y podría ser replicada sin ningún inconveniente por los agricultores debido a la fácil aplicación de

los productos empleados. El método empleado para esta investigación podrá ser replicado para diferentes tipos de cultivos.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Características taxonómicas de la especie**

Según Liñán (2010) la clasificación es la presentada a continuación:

Reino : Plantae

Filo : Magnoliophyta

Clase : Magnoliosida

Orden : Brassicales

Familia : Moringácea

Género : Moringa

Especie Moringa oleífera

#### **3.2 Distribución y origen de la Moringa oleífera**

Esta especie no maderable pertenece a la familia moringaceae cuyo desarrollo y distribución es en zonas tropicales; Su origen rige del sur del Himalaya, noreste de India, Afganistán y Pakistán. (Sánchez, 2004). La moringa pudo ser introducida al Perú desde México y posteriormente fue cultivada en el año 1999 (Chepote, 2018).

#### **3.3 Descripción botánica**

Esta especie es considerada de rápido crecimiento alcanzando una altura de 12 metros en 2 años aproximadamente, presenta un diámetro de altura de pecho de 0.2 a 0.3 metros (DAP). Presenta un desarrollo radicular fuerte y profunda con raíces tuberosas pivotantes. Este árbol presenta un tiempo de vida relativamente corto de 25 años, (Price, 2007).

Presenta un desarrollo foliar con hojas compuestas alternas imparipinadas con longitud de 30 cm a 70 cm. Sus flores presentan estambres amarillos de las cuales se desarrollan racimos. El fruto se desarrolla en forma de vaina triangular. Sus semillas presentar un color marrón con tres filamentos delgados. La producción de flores y

semillas empieza a los 2 años y luego cada año consecutivamente, (Price, 2007)

### **3.4 Factores en tomar en cuenta al momento del enraizado**

#### **3.4.1 Edad del árbol progenitor**

Las estacas que se obtienen de plantas jóvenes o de partes más tempranas son eficientes (Botti, 1999; Dirr & Heuser, 1987).

Es probable que se activen inhibidores de formación de raíces, debido a la edad de la planta madre, compuestos orgánicos como el fenol, Botti, (1999) y Ramos, (2004).

Autores afirman que el pobre desarrollo de raíces, se debe también el envejecimiento ontogénico la cual, interfiere en los cambios de las fases de los arboles como es la edad de la planta madre. (M, Zwolinski & Jones, 2004; Moisés et al., 2016).

#### **3.4.2 Identificación y selección de la planta madre**

Es de suma importancia conocer la edad de la planta madre ya que al momento del enraizado este, se limitado por la posición de la estaca, debido a la desigualdad de las auxinas o reservas de nutrientes en las diferentes partes de la planta. (Hartmann & Kester, 1983; Santelices, 1998).

Existen diferencias en el enraizado, comportamiento y desarrollo de las estacas que se obtienen de ramas y tallos del mismo progenitor, (MacDonald, 1986).

En algunos árboles las estacas que se obtienen de ramas laterales tienden a presentar mejor desarrollo radicular, en comparación con las estacas que se recolectan de ramas terminales, lignificadas y vigorosas no presentan un buen crecimiento radicular. (Dirr & Heuser, 1987).

### 3.4.3 Topófisis

Este término hace referencia a la variación que se presenta en distintas partes de la planta, de las cuales, sus meristemas perpetúan en las fases de su descendencia vegetativa. Esto provoca que en las estacas que se extraen de ramas laterales tienden a presentar un hábito de crecimiento indeseado. Esta variación, se da cuando se adquiere una estaca del tallo (otrópico) de una planta progenitora cuyo crecimiento es vertical. Por otro lado, la estaca que se extrae por una rama presenta un desarrollo horizontal. (Dirr & Heuser, 1987)

### **3.5 Propiedades nutricionales**

Las hojas de la *Moringa oleifera* presentan un porcentaje del 25% de proteínas, siendo mayor que el porcentaje proteico de las claras de huevo, leche, cuadruplicando la cantidad de Vitamina A de las zanahorias, siete veces la cantidad de vitamina C de las naranjas y cantidades significativas de minerales como el hierro, potasio, calcio, entre otros. (Bressani, 2007).

En Guatemala, se utilizó esta especie en la elaboración de alimentos nutricionales a través de preparaciones locales de dicho país, dando como resultado un desarrollo alternativo para mejorar la alimentación de familias rurales vulnerables como niños menos de 5 años y mujeres. (Alfaro, 2008).

A continuación, se presentarán las tablas de análisis de diferentes muestras de hojas frescas de moringa y el contenido mineral en 100gr de porción comestible:

**Tabla 1**

*Análisis proximal de valores promedios de diferentes muestras de hojas frescas de moringa en 100 g*

Análisis proximal	Hojas frescas
Grasas	1.46%
Proteína	5.52%
Humedad	79.72%
Carbohidratos	11.19%
Energía (Kcal/100g)	207.42
Calcio (mg/100g)	22.36
Potasio (mg/100g)	11.91
Hierro (mg/100g)	24.31
Carotenos (ug/100 g)	3,336
Vitamina C (mg/100g)	108

Fuente: (INCAP) Guatemala 2006.

**Tabla 2**

*Contenido de mineral en hojas frescas de moringa oleífera en 100 g de porción comestible.*

Nutrientes	Hojas frescas
Minerales	2.3g
Fibra	0.9g
Calcio	440mg
Magnesio	24mg
Fósforo	70mg
Potasio	259mg
Cobre	1.1mg
Hierro	7mg

Fuente: Lowell J. Fuglie. 1999

**Tabla 3**

*Aminoácidos esenciales en harina de hojas de moringa deshidratadas de moringa oleífera.*

Aminoácidos esenciales	Cantidad promedio %
Lisina	4.43
Glicina	11
Treonina	4.93
Valina	3.9
Metionina	1.17
Arginina	4.8
Histidina	1.63
Isoleucina	2.9

Fuente: Estay, C., Mazón, J., Zapata, E., Simal, J & Lodeiros, C, 2021.

### **3.6 Descripción de los reguladores de crecimiento**

#### **3.6.1 Hormonas facilitadoras del enraizamiento**

Las hormonas, son sustancias orgánicas cuya producción se encuentra distribuida en distintas partes meristemáticas de la planta, las cuales mediante gradientes de energía se pueden traslocar a diferentes partes de la planta (Marlon, 2009). Estas moléculas orgánicas, tienen numerosas funciones, dentro de las cuales la más importante es la de acelerar o desacelerar los procesos fisiológicos de los cultivos, como también fomentar la división celular en zonas juveniles en crecimiento (Lucero, 2013).

Para la activación de raíces en estacas, es necesario la correcta aplicación de niveles de estas sustancias naturales, de los cuales las de mejor utilidad respecto al desarrollo radicular, son las auxinas. (Salisbury y Ross, 2000).

#### **3.6.2 Auxinas**

Las auxinas son compuestos moleculares que se encuentran en zonas meristemáticas que presentan procesos de división celular. Estas, al ser suministradas en distintas dosis, pueden inducir a numerosos procesos fisiológicos. (Lange, 2014). La auxina que predomina más en las plantas es el Ácido indolacético, el cual varía en contenido dependiendo de la etapa de crecimiento de la planta. (Bortolini, et all., 2008). Estas hormonas, con la ayuda del aminoácido triptófano, se sintetizan en los meristemos apicales y en las hojas, continuando su recorrido por medio de las células parenquimáticas (Strasburguer, 1994).

#### **3.6.3 Ácido Indolbutírico**

Es una hormona natural sintetizada activa perteneciente al grupo de las auxinas, la cual actúa como reguladora de crecimiento principalmente en las raíces de las plantas. (Jordán y Casaretto, 2006). De acuerdo con investigaciones previas, esta hormona es probablemente la más utilizada para prácticas de enraizamiento ya que su descomposición

es relativamente lenta y además presenta poca movilidad en la planta, ocupando más tiempo en el lugar donde se aplique. (Andagoya, 2017).

### **3.6.4 Ácido naftaleno acético**

Conocido comúnmente como ANA, es una fitohormona auxínica, la cual es ampliamente utilizada en la agricultura para el enraizamiento de esquejes en la mayoría de las plantas, su principal función es la división celular y la formación de raíces en materiales de reproducción asexual y sexual. (Zúñiga, 2018). Sin embargo, en dosis relativamente altas puede provocar daños severos a las plantas. (Aliaga, 2009).

### **3.6.5 Proceso fisiológico del enraizado**

Los procesos fisiológicos que ocurren en el desarrollo radicular se centran a la teoría de la rizocalina de Bouillene, donde se detalla que el cofactor de enraizamiento se da básicamente por un compuesto fenólico llamado dihidroxifenol (Román, 2014). Este compuesto es producido en brotes y hojas de las estacas, desde donde es trasladado a la zona de enraizamiento, la cual con la ayuda del polifenol oxidasa y moléculas que se encuentran en pequeñas cantidades en las plantas (auxinas), dan como resultado a la rizocalina, que al final interviene como promovedor de la rizogénesis (Gutiérrez, 1995).

La polaridad de crecimiento es otro de los puntos claves para evaluar el crecimiento radicular en estacas, ya que, al efectuar un corte, se estaría alterando la capacidad fisiológica. El transporte de las auxinas, al presentar alta polaridad se trasloca de forma bacipetala, del ápice hasta la base del tallo, mediante un transporte activo, presente en las células del floema (Hartmann y Kester, 1990).

## **3.7 Factores responsables del enraizamiento**

Diversos procesos intrínsecos como extrínsecos intervienen significativamente en la producción de raíces, dentro de los factores intrínsecos podemos detallar: semejanza

con las características propias de la planta como: edad, tipos de estacas, longitud de estacas, concentración de fitorreguladores y estados fenológicos (Garate, 2010).

Dentro de los procesos extrínsecos se encuentran: el tipo de sustrato a emplear, condiciones climáticas como temperatura, humedad y capacidad lumínica (Lange, 2014).

Además, el aplicar un eficiente manejo propio que se le da a las estacas, como la correcta dosificación de reguladores de crecimiento, método de recolección y desinfección de estacas, incentivarán un correcto proceso rizo genético en los cultivos (Mansilla, 2004).

#### **IV. OBJETIVO Y/O HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

##### **4.1 Objetivos generales:**

Determinar el efecto en el crecimiento radicular de estacas de moringa (*Moringa oleifera*), utilizando el ácido indolbutírico y el ácido naftaleno acético.

##### **4.2 Objetivos específicos:**

- Determinar la relación entre el tamaño de estacas con el crecimiento radicular de estacas de *Moringa oleifera* utilizando el ácido indolbutirico y naftaleno acético.
- Determinar la relación de dos tipos de corte de estacas con el crecimiento radicular de estacas de *Moringa oleifera* utilizando el ácido indolbutirico y naftaleno acético.

##### **4.3 Hipótesis de investigación**

- Hipótesis Nula (Ho). La aplicación del ácido indolbutirico y el ácido naftaleno acético no influenciarán en el crecimiento radicular de estacas de moringa.
- Hipótesis alterna (Ha). La aplicación del ácido indolbutirico y el ácido naftaleno acético influenciarán de manera positiva en el crecimiento radicular de estacas de moringa.

#### **4.4 Variables de la hipótesis**

##### **4.4.1 Variable independiente:**

- Ácido indolbutírico
- Ácido naftaleno acético
- Tipo de corte
- Tamaño de estaca

##### **4.4.2 Variable dependiente**

- Crecimiento radicular en estacas de moringa
- Numero de brotes por estaca de moringa
- Diámetro inferior en estacas de moringa
- Diámetro medio en estacas de moringa

## **V. METODOLOGÍA**

### **5.1 Materiales**

- Tijera de poda
- Serrucho
- Bolsas de vivero 7 x 12
- Lapicero
- Wincha
- Balanza analítica
- Bandeja
- Caja de cartón
- Rafia
- Libreta de campo
- Ficha de campo
- Vernier digital

### **5.2. Insumos**

- Arena fina de río
- Humus de lombriz
- Auxinas AIB (CDH)
- Auxina ANA (HIMEDIA)
- Cicatrizante (Sanix)
- Alcohol 95°

### **5.3 Lugar de estudio**

El desarrollo del proyecto se realizó en el biohuerto de la UCSUR ubicado en el distrito de Villa el Salvador, provincia de Lima, región Lima. distrito cuyas coordenadas son 12°13'23" S, 76°58'41" W y una altitud de 108 msnm.

### **5.3.1 Población**

Según el INEI, la población del distrito de villa El Salvador está conformada por 393,254 habitantes. Y de acuerdo a los datos obtenidos en el Censo Nacional del 2007, hubo un incremento en la tasa de un 3% y 250% respecto al primer auto censo.

### **5.3.2 Clima**

El distrito de villa el Salvador presenta un clima tropical de sabana, árido, cálido en el verano y húmedo en el invierno, con una temperatura media anual de 23°C y precipitación anual de 16 mm, no presenta lluvias durante la mayor parte del año, la humedad media es de 77% y el índice UV es 6 (MVES, 2016).

### **5.3.3 Relieve y pendiente**

Villa el Salvador presenta una pendiente ligera moderadamente inclinada, siendo Lomo de corvina el único cerro con la pendiente altamente empinada. Debido a que la pendiente en la mayoría de los distritos no es muy inclinada las alternativas de desplazamiento son mayores. (Saavedra, 2020).

### **5.3.4 Recolección de estacas**

La recolección de las estacas como material biológico se realizó en el fundo Agroecológico Hecosan la cual se encuentra localizada en el poblado de Macas, del distrito de Santa Rosa de Quives, donde se tuvieron en cuenta que cada una de las estacas tenga entre 2 a 3 nudos (figura 1), con la ayuda de una herramienta podas (tijera) la cual fue desinfectada previamente y a la vez se efectuaron los tipos de corte cilíndrico y bisel; luego se colocaron las estacas en una caja con la finalidad que estos no se dañen en el traslado.



*Figura 1.* Estaca de moringa con presencia de 3 nudos

### **5.3.5 Llenado de bolsas**

Se utilizó una carretilla agrícola donde se mezcló con arena fina de río y humus de lombriz en proporciones de 1-1 respectivamente. Dicho sustrato sirvió como soporte para las estacas y fue empleado para toda la población en general. Una vez homogenizado, se procederá al llenado de bolsas. (Figura 2)



*Figura 2.* Preparación del sustrato y llenado de bolsas

### **5.3.6 Elaboración y aplicación de las auxinas AIB y ANA**

La elaboración de las concentraciones de la hormona se efectuó en las instalaciones del biohuerto de la Universidad Científica del Sur, donde la auxina fue diluida en alcohol de 96°, la preparación de la solución fue de 3000 ppm (0.3%) se disolvió 0.3g de AIB y ANA en polvo en 100 mL de alcohol (figura 4). Luego se depositó

la solución en un envase de plástico. El método usado fue el de inmersión rápida, en la cual se introduce la base de la estaca de cinco a diez segundos en un envase. Antes de sumergir las estacas se esperó 40 segundos con el objetivo que el alcohol se volatilice y pueda generar mejor prendimiento de la hormona en la base de la estaca.



Figura 3. A) Pesaje de hormona AIB. B) Pesaje de hormona ANA.

### 5.3.7 Instalación de las estacas en las bolsas de vivero

La instalación se realizó haciendo agujeros en el medio del sustrato las cuales fueron depositados dentro de la bolsa de vivero a unos 4 cm de profundidad, colocando las estacas y acomodando levemente la estaca con el mismo sustrato (Figura 5). Es recomendable que el diámetro del hoyo sea mayor que el de la estaca con la finalidad de que la estaca ingrese apropiadamente al sustrato y no se pierda la hormona impregnada en la base de la estaca.



Figura 4. Instalación de estacas en el biohuerto de la Universidad

#### 5.4 Material experimental

Se utilizaron 225 estacas las cuales fueron recolectadas en el fundo agroecológico Hecosan, la cual cuenta con una pequeña plantación de moringa; una vez recolectado el material experimental fueron instalados en una cama de siembra preparada para este fin en el biohuerto de la Universidad Científica del Sur.

Se hizo uso de dos auxinas: Acido indolbutírico (CDH) y Ácido naftaleno acético (HIMEDIA). en una sola dosis correspondiente a 3000ppm.

Se recolectaron estacas de dos longitudes: de 40 cm y de 20 cm, en las cuales se realizaron dos tipos de corte, cilíndrico y bisel. Las estacas fueron obtenidas al azar de árboles procedentes de la misma planta madre con una edad de 3 años respectivamente (anexo 1). Las estacas fueron cortadas tomando en cuenta que cada una tenga entre 2 a 3 nudos, se empleó una tijera de podas desinfectada previamente y a la vez se efectuó los tipos de corte cilíndrico y bisel; luego este material vegetal se colocó en una caja para que estos no se dañen en el traslado.



Figura 5. Hormonas auxinas ácido indolbutírico y ácido nadtaleno acético.

## 5.5 Diseño experimental

Para el desarrollo del proyecto se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial  $2 \times 2 \times 2$  (2 hormonas de crecimiento, 2 longitudes de estacas y 2 tipos de corte de estacas) con 25 repeticiones por tratamiento en cada unidad experimental, donde se evaluó unas 45 plantas al azar a los 90 días.

El Modelo Aditivo Lineal del DBCA con arreglo factorial se representa en la siguiente ecuación (1).

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \theta_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\theta)_{ik} + (\beta\theta)_{jk} + (\alpha\beta\theta)_{ijk} + \delta_l + \varepsilon_{ijkl} \quad (1)$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Es la variable respuesta del l - bloque en el i - enraizador con el j- esimo tipo de corte en el k - ésimo longitud de estacas.

$\mu$  = Resultado de la media general.

$\alpha_i$  = Resultado del i- nivel factor enraizador.

$\beta_j$  = Resultado del j- nivel del factor tipo del tipo de corte.

$\theta_k$  = Resultado del k- longitud de la estaca.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Interacción entre niveles del factor enraizador y factor tipo de corte

$(\alpha\theta)_{ik}$  = Resultado de la interacción entre niveles del factor enraizador y la longitud de estaca

$(\beta\theta)_{jk}$  = Resultado de la interacción entre niveles del factor tipo de corte y la longitud de estacas

$(\alpha\beta\theta)_{ijk}$  = Resultado de la interacción entre niveles del factor enraizador con el tipo de corte en el factor longitud de estacas.

$\delta_l$  = Resultado del l- factor bloque.

$\varepsilon_{ijkl}$  = Efecto de aleatoriedad del error experimental.

Para:

i = A, B niveles para el factor enraizador.

j = A, B niveles factor tipo de corte.

k= A, B niveles factor longitud de estacas.

### 5.6 Descripción de los tratamientos

Se evaluarán un total de 8 tratamientos, producto de la combinación de las tres variables.

Los tratamientos se muestran en la tabla 5.

**Tabla 3**

*Tratamientos producto de la combinación de los tres factores a evaluar*

Tratamientos	Clave	Hormona	Longitud de estaca	Tipo de corte	Descripción
T <sub>0</sub> *	A0B0C0	Ninguno	30	0	El tratamiento no lleva ningún enraizante ni corte de estaca, solo una longitud promedio estándar 30 cm.
T1	A1B1C1	AIB 3000ppm	40 cm	cilíndrico	AIB, Longitud de estaca 40cm, corte cilíndrico de estaca.
T2	A1B1C2	AIB 3000ppm	40 cm	bisel	AIB, Longitud de estaca 40cm, corte bisel de estaca.
T3	A1B2C1	AIB 3000ppm	20 cm	cilíndrico	AIB, longitud de estaca 20cm, corte cilíndrico de estaca
T4	A1B2C2	AIB 3000ppm	20 cm	bisel	AIB, longitud de estaca 20cm, corte bisel de estaca
T5	A2B1C1	ANA 3000ppm	40 cm	cilíndrico	ANA, longitud de estaca 40cm, corte cilíndrico de estaca
T6	A2B1C2	ANA 3000ppm	40 cm	bisel	ANA, longitud de estaca 40cm, corte bisel de estaca
T7	A2B2C1	ANA 3000ppm	20 cm	cilíndrico	ANA, longitud de estaca 20cm, corte cilíndrico de estaca
T8	A2B2C2	ANA 3000ppm	20 cm	Bisel	ANA, longitud de estaca 20cm, corte bisel de estaca

Fuente: Elaboración propia

Donde:

A= Estimulante de crecimiento vegetativo

- A1= AIB (Ácido indolbutirico)
- A2= ANA (Ácido naftaleno acético)

B= Longitud del esqueje

- B1= 40cm
- B2= 20cm

C= Tipos de corte

- C1= Corte cilíndrico
- C2= Corte en bisel

### **5.7 Determinación de las variables a registrar**

- Crecimiento radicular en estacas de 20 y 40 cm de corte biselado y circular los 90 días
- Numero de brotes en estacas de 20 y 40 cm de corte biselado y circular a los 90 días
- Diámetro de tallo medio e inferior en estacas de 20 cm y 40 cm de corte biselado y circular a los 90 días

### **5.8 Crecimiento radicular a los 90 días**

Se evaluó la formación de raíces de moringa a los 90 días después del estacado correspondiente, tomando como consideración el volumen de la raíz, raíces primarias y numero de raíces secundarias en estacas de moringa.

#### **5.8.1 Promedio de brotes en estacas de moringa en 90 días**

Se evaluó el número de brotes en estacas de moringa oleífera a los 90 días

#### **5.8.2 Diámetro de tallo medio e inferior en estacas de moringa oleífera en los 90 días**

Se evaluó el diámetro medio e inferior de las estacas en los tres meses de siembra correspondientes a los 90 días.

### 5.9 Unidad experimental

La unidad experimental está conformada por 25 bolsas de vivero de polietileno de 7 x 12 cm donde se colocaron las estacas y los factores de evaluación fueron 9 tratamientos (8 + el testigo ó T<sub>0</sub>\*), se tuvo en total 225 en total distribuidas al azar, donde se procedió a colocar las estacas de moringa.

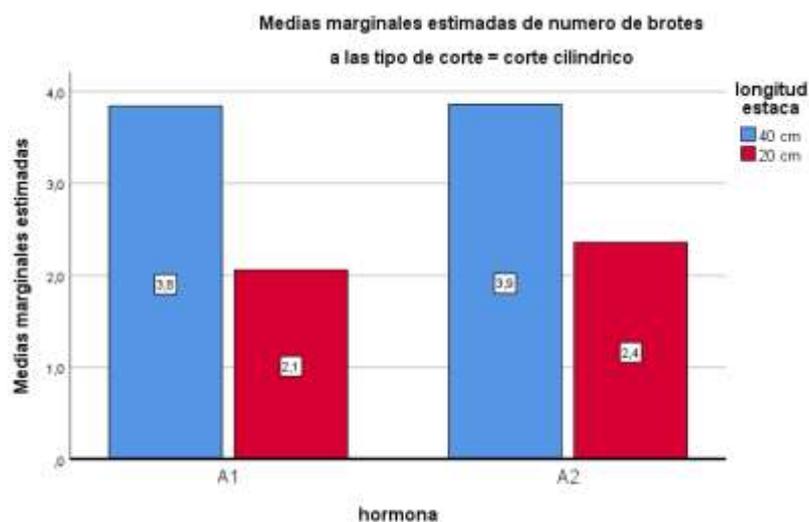
## VI. RESULTADOS

Los resultados obtenidos para la propagación asexual de *Moringa oleífera* se efectuaron con el programa estadístico IBM SPSS Statistics 25, en las cuales todas las variables presentadas cumplieron con la prueba de normalidad (tabla 6). Los datos que se han desarrollado y analizado en la investigación se presentan a continuación.

### 6.1 Efecto de los tratamientos

Para identificar los efectos de los tratamientos efectuados en la especie *Moringa oleífera*, se mostrarán los resultados a continuación.

### 6.2 Efecto de la interacción de las tres variables con respecto al número de brotes del corte cilíndrico

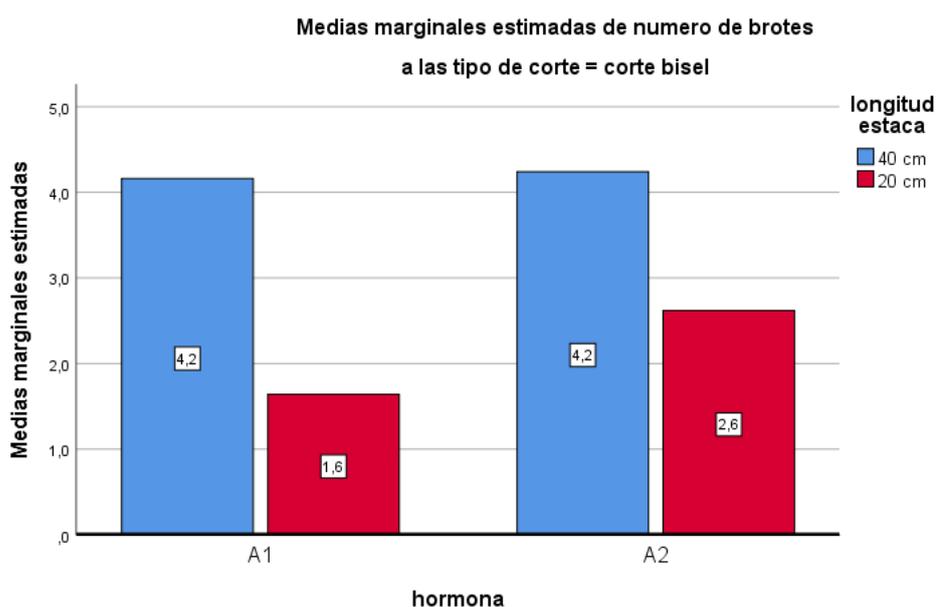


**Figura 6.** Efecto de la interacción de las tres variables, longitud de estaca, hormonas AIB y ANA con el tipo de corte cilíndrico y el número de brotes

Los resultados de la varianza se presentan en la tabla 7 en el anexo, donde se presenta diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) con respecto al número de brotes en la longitud de estacas. Al existir significancia en el tipo de longitud de estacas y al número de brotes se procedió a realizar la prueba de Tukey para medias ( $p < 0.05$ ) (Tabla 7 anexo) donde se observa que existen diferencias significativas para las tres diferentes longitudes de estacas.

Los efectos de la interacción de las tres variables con respecto del número de brotes en el corte cilíndrico se presentan en la figura 5 donde hubo diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre el número de brotes con respecto a la longitud de estaca, donde se presenta mayor número de brotes en estacas de 40 cm para ambos tipos de hormona (AIB y ANA), esto se debe principalmente a la mayor cantidad de yemas que se presentan en dicha longitud. Por otro lado, hay menor presencia de brotes en la longitud de 20 cm, debido a que dicha longitud tiene menor cantidad de numero de yemas en el material vegetativo.

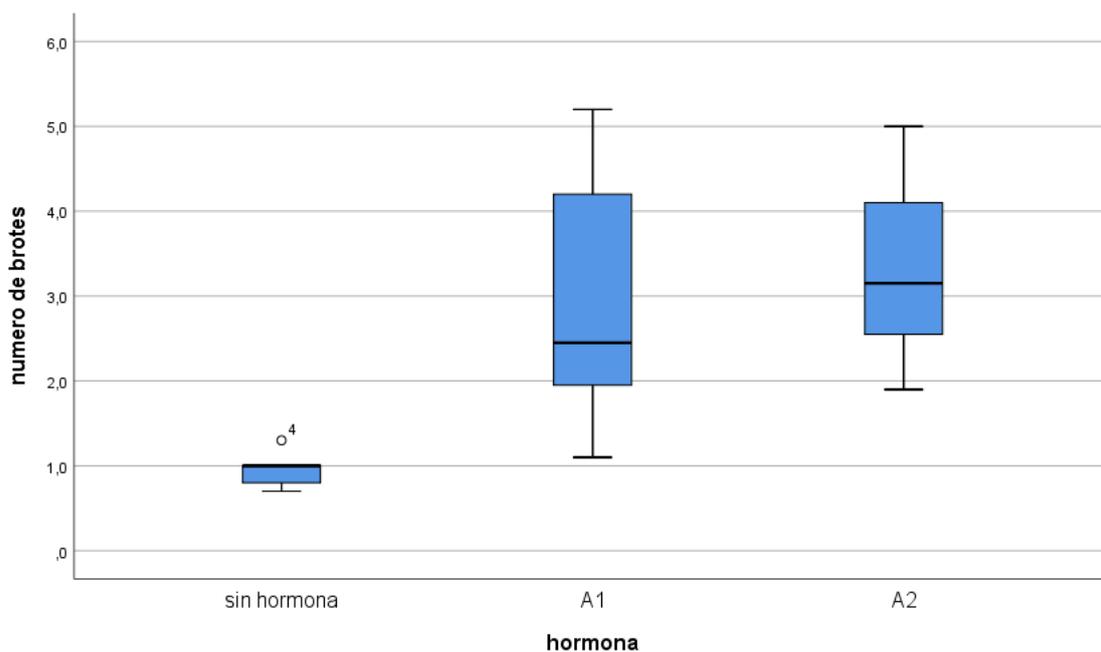
### 6.3 Efecto de la interacción de las tres variables con respecto al número de brotes en el tipo de corte bisel



**Figura 7.** Efecto de la interacción de las tres variables, longitud de estaca, hormonas AIB y ANA con el tipo de corte en bisel y número de brotes.

La figura 6 ilustra el efecto de la interacción de las tres variables, longitud de estaca hormonas con respecto al número de brotes en el tipo de corte bisel donde se evidencia diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) donde, hubo mayor número de brotes en estacas de 40 cm para ambos tipos de hormona (AIB y ANA), esto se debe principalmente a la mayor cantidad de yemas que se presentan en dicha longitud. Por otro lado, hay menor presencia de brotes en la longitud de 20 cm del tipo de corte bisel, debido a que dicha longitud tiene menor cantidad de numero de yemas en el material vegetativo.

**6.4 Presencia de brotes con la interacción de la variable Hormona**

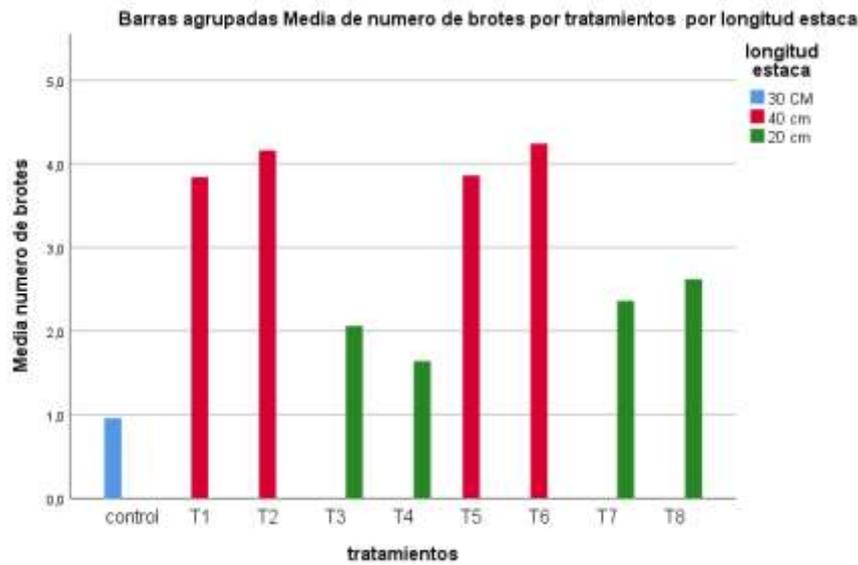


**Figura 8.** Diagrama de caja para el numero de brotes con respecto a la interacción de la variable hormona AIB, ANA y sin Hormona

Se puede apreciar en la figura 7 que la media de la hormona A1 y A2 está por encima del tratamiento sin hormona ( $p < 0.05$ ); sin embargo, no se puede afirmar que exista diferencia entre la hormona A1 y A2, pero para la media A2 se obtuvieron medias mayores, además, existe mayor dispersión de datos en la caja A1 (AIB).

Por otro lado, se aprecia que las estacas sin presencia de hormonas y solo regadas con agua, presentan valores por debajo de la mediana siendo este, el menos efectivo para la variable número de brotes.

**6.5 Número de brotes por tratamiento**

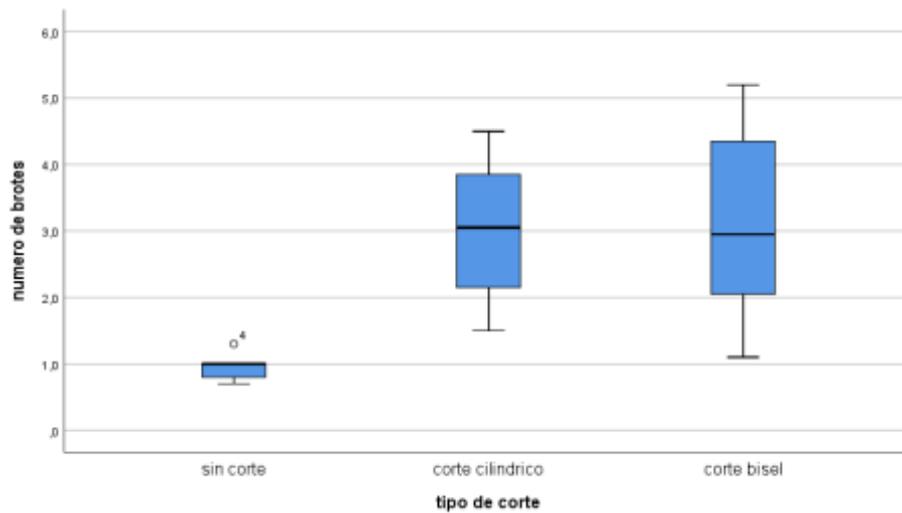


**Figura 9.** Barra simple de medias para la variable número de brotes con respecto a los tratamientos

Se puede apreciar el mayor número de brotes por tratamiento en la figura 8, en donde los tratamientos T1, T2, T5 y T6 con estacas de 40 cm de longitud fueron los que presentaron mayor número de brotes. De la misma manera los tratamientos T3, T4, T7 y T8 también presentaron presencia de brotes, pero mucho menor a los tratamientos con estacas de 40 cm. Para el control la cual presenta una longitud estaca promedio de 30 cm, fueron los que presentaron menor número de brotes.

En la prueba de varianza del anexo se puede apreciar que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) con respecto a la longitud de estacas y el número de brotes respectivamente.

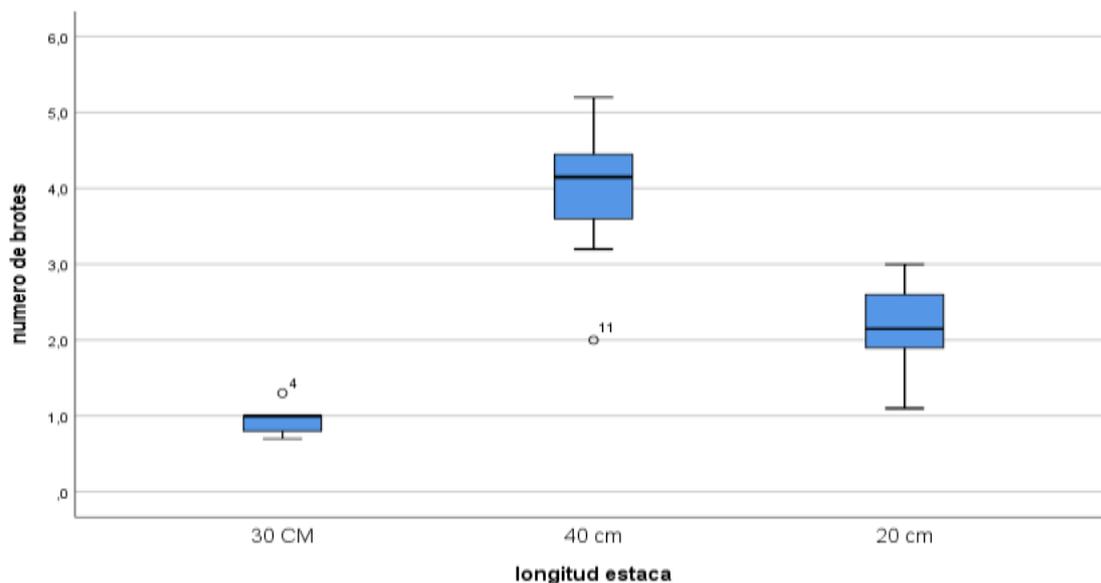
### 6.6 Numero de brotes con respecto al tipo de corte de estaca



**Figura 10.** Diagrama de caja para la variable número de brotes con respecto a los tipos de corte a los 90 días de siembra: Cilíndrico, bisel y sin corte

Se puede apreciar en la figura 9 que la mayor media con respecto al número de brotes se da en el tipo de corte bisel y cilíndrico por encima de las estacas sin corte ( $p < 0.05$ ). De esta manera se resume que para el tipo de corte en bisel la dispersión de los datos fue mayor que el tipo de corte cilíndrico.

### 6.7 Numero de brotes con respecto a la longitud de estaca



**Figura 11.** Diagrama de caja sobre la interacción de las variables longitudes de estaca de 30 cm, 40 cm y 20 cm y número de brotes

El número de brotes con respecto a la longitud de estacas se aprecia en la figura 10 donde se puede interpretar que la longitud de estaca de 40 cm está por encima de las estacas de 20 cm y 30 cm ( $p < 0.05$ ) la dispersión de los datos en el número de brotes y la longitud de estacas de 40 cm se encuentran por debajo de la mediana. Concluyendo que existe más presencia de brotes en las estacas con longitud de 40 cm

Al encontrar diferencia significativa en la prueba intersujetos para la variable número de brotes, usando la longitud de estaca como variable de agrupamiento ( $p < 0.05$ ); se procedió a realizar el análisis Post-Hoc, Comparación Múltiple de Tukey, la cual indica que existen tres grupos homogéneos y diferencia significativa entre cada uno de los tratamientos. 20cm-40cm ( $p < 0.05$ ), 30cm-40cm ( $p < 0.05$ ), 20cm-30cm ( $p < 0.05$ ). tabla 7 en anexo.

### 6.8 Variable: Diámetro de tallo inferior

Se realizó una prueba intersujetos para la variable dependiente diámetro de tallo inferior para poder observar si existe diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) según la interacción entre la hormona, el tipo de corte y la longitud de estaca, dando como resultado que no existe diferencia significativa para la interacción de las tres variables. Tabla 8, anexos.

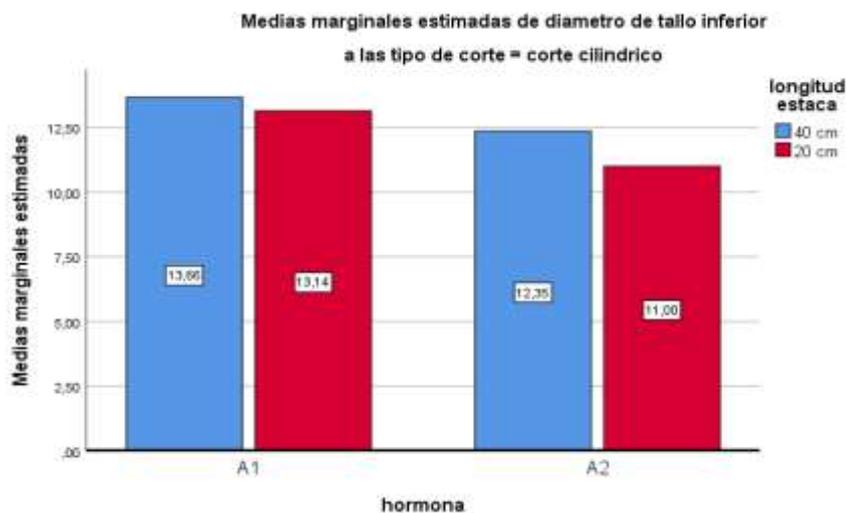
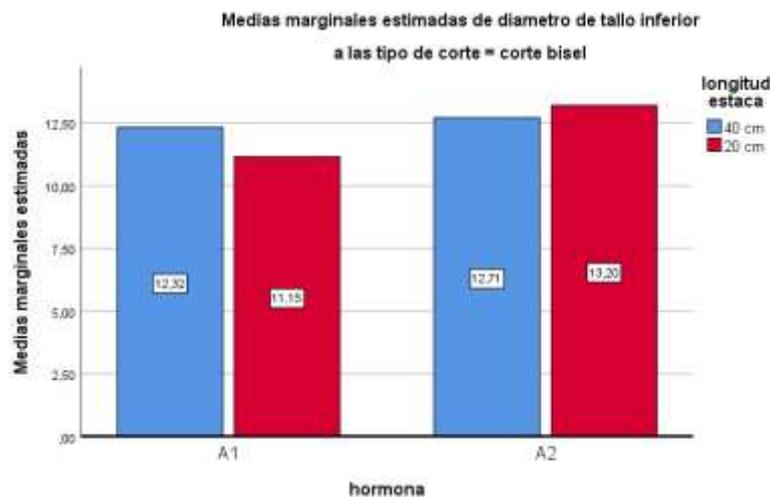


Figura 12. Efecto de la interacción de las tres variables tipo de hormona (AIB y ANA) longitud estaca (40 cm y 20 cm) y tipo de corte cilíndrico con respecto al diámetro de tallo inferior

Se puede apreciar de la figura 12 que la longitud, en el tipo de corte cilíndrico, siendo la hormona A1 (AIB) en tipo de corte cilíndrico, con el mayor promedio de diámetro de tallo inferior 13.66 mm. Por otro lado, la hormona A2 (ANA) presenta el menor promedio de diámetro de tallo 11 mm inferior en el tipo de corte cilíndrico, esto se debe principalmente que en el grupo de estacas para el uso de hormona AIB (A1) estaba conformada por estacas de mayor diámetro que en las estacas que fueron aplicadas con la hormona A2 (ANA).

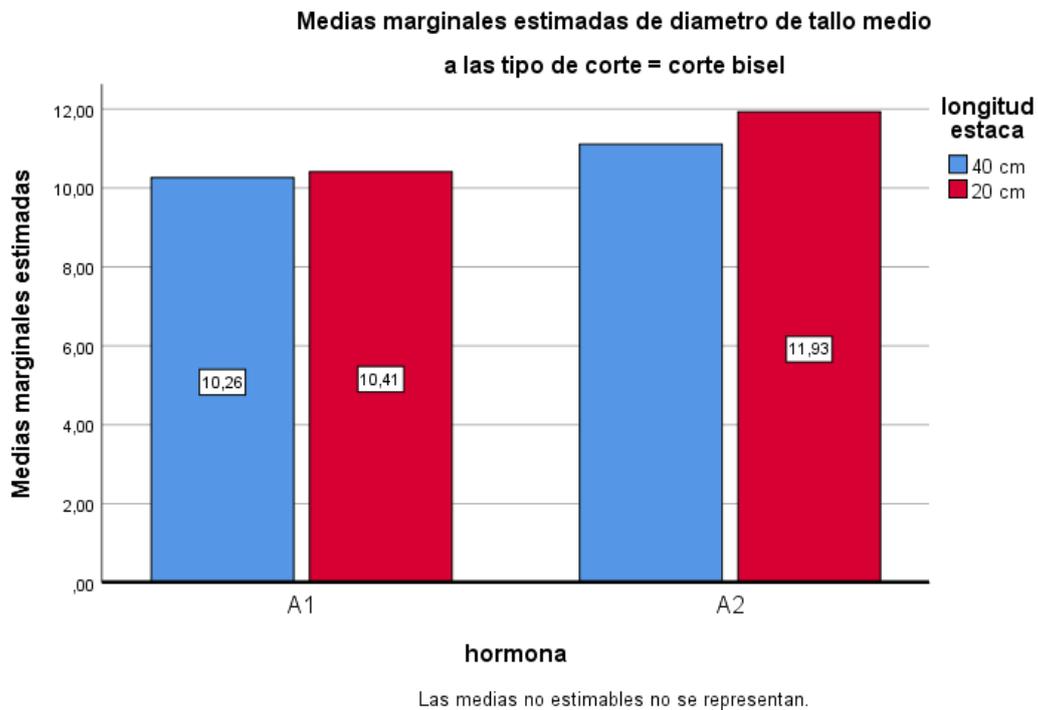
### 6.9 Diámetro de tallo inferior y longitud de estaca con la hormona AIB y ANA en el tipo de corte bisel



**Figura 13.** Efecto de la interacción de las tres variables tipo de hormona (AIB y ANA) longitud estaca (40 cm y 20 cm) con respecto al diámetro de tallo inferior del corte bisel

Se puede apreciar de la figura 13 que el tipo de hormona AIB y ANA y la longitud, en el tipo de corte bisel, siendo la hormona A2 (ANA), con el mayor promedio de diámetro de tallo inferior 13.30 mm en estacas de 20 cm. Por otro lado, la hormona A1 (ANA) presenta el menor promedio de diámetro de tallo 11.15 mm medio en el tipo de corte bisel, esto se debe principalmente que en el grupo de estacas para el uso de hormona A1 (ANA) estaba conformada por estacas de mayor diámetro que en las estacas que fueron aplicadas con la hormona A1 (AIB).

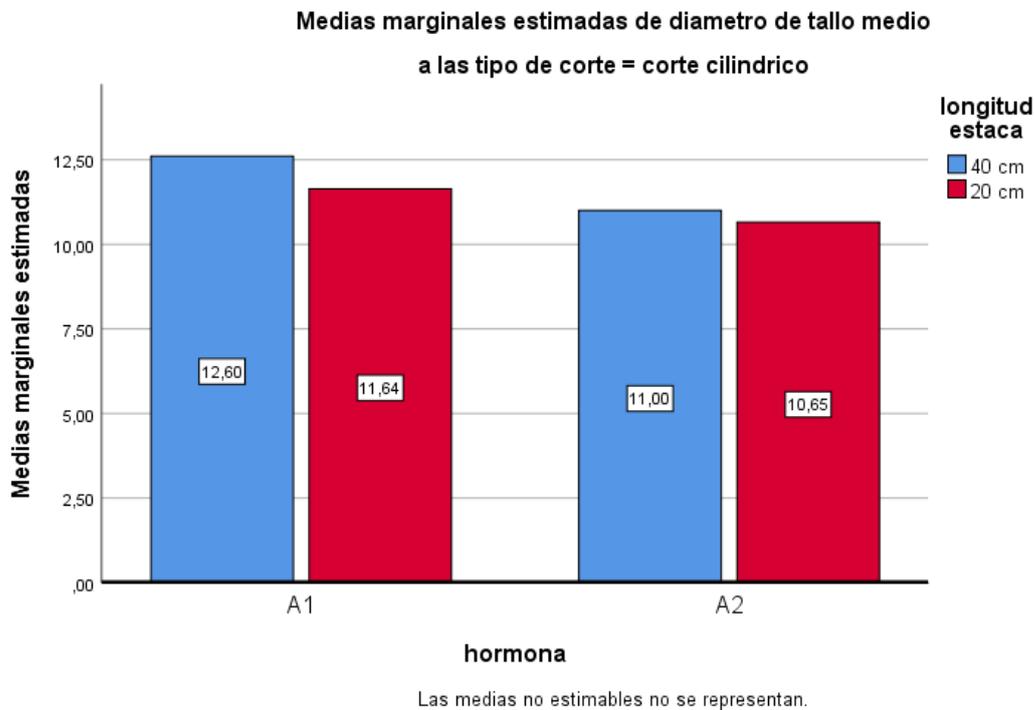
**6.9.1 Diámetro de tallo medio y longitud de estaca con la hormona AIB y ANA en el tipo de corte bisel**



**Figura 14.** Interacción de las tres variables tipo de hormona (AIB y ANA) longitud estaca (40 cm y 20 cm) con respecto al diámetro de tallo medio del corte bisel

Se puede apreciar de la figura 14 el tipo de hormona AIB y ANA y la longitud, en el tipo de corte bisel, siendo la hormona A2 (ANA), con el mayor promedio de diámetro de tallo medio 11.93 mm en estacas de 20 cm. Por otro lado, la hormona A1 (ANA) presenta el menor promedio de diámetro de tallo 10.26 mm medio en el tipo de corte bisel, esto se debe principalmente que en el grupo de estacas para el uso de hormona A1 (ANA) estaba conformada por estacas de mayor diámetro que en las estacas que fueron aplicadas con la hormona A1 (AIB).

6.9.2 Diámetro de tallo medio y longitud de estaca con la hormona AIB y ANA en el tipo de corte circular



**Figura 15.** Interacción de las tres variables tipo de hormona (AIB y ANA) longitud estaca (40 cm y 20 cm) con respecto al diámetro de tallo medio del corte circular

Se puede apreciar de la figura 15 que el efecto de las tres variables como el tipo de hormona AIB y ANA y la longitud, en el tipo de corte circular, siendo la hormona A1 (ANA), con el mayor promedio de diámetro de tallo medio 12.60 mm en estacas de 40 cm. Por otro lado, la hormona A2 (ANA) presenta el menor promedio de diámetro de tallo 10.65 mm medio en el tipo de corte bisel, esto se debe principalmente que en el grupo de estacas para el uso de hormona A2 (ANA) estaba conformada por estacas de mayor diámetro que en las estacas que fueron aplicadas con la hormona A1 (AIB).

## VII. DISCUSION DE RESULTADOS

### 7.1 Crecimiento radicular

La producción de raíces en una planta es fundamental para garantizar su supervivencia, generando un tipo de soporte en el suelo y sobre todo lo más importante, la absorción de los nutrientes, por este motivo se planteó como objetivo principal evaluar el crecimiento radicular en estacas de moringa a través de su volumen, longitud de raíces primarias y secundarias a los 90 días de haber efectuado el estaqueado, con una variable respuesta a dos tipos de hormonas auxinas, el ácido indolbutírico y ácido naftaleno acético, a dos tipos de longitudes de estacas (40 cm y 20 cm) y dos tipos de corte (cilíndrico y bisel). Al momento de efectuar el levantamiento de datos en el área de investigación, se evidenció que ninguna de las estacas tenía raíces.

Cabe resaltar que el desarrollo del proyecto se realizó bajo las condiciones que brindaba la Universidad Científica del Sur, presentando un ph de 8 y conductividad eléctrica de 4.5 m.s, dando como resultado agua salada y alcalina. Al constatar que las estacas no tenían raíces, ni callos, se esperaron dos semanas más, sin embargo, el resultado fue el mismo.

Al no presentar resultados significativos en la variable crecimiento radicular, se concluye que estas hormonas auxinas empleadas, la longitud de estacas, y los tipos de corte para esta especie en específico, no aportan datos para la producción de raíces en moringa, resultando sin efecto a las tres variables, indicadas anteriormente, finalizando que esta especie no se puede reproducir asexualmente por medio de este tipo de condiciones, aunque existan evidencia de brotes.

Este resultado fue similar en un estudio realizado en Guatemala donde la moringa fue estaqueada en dos fases lunares, dos tipos de enraizadores y dos tipos de longitudes de estacas, donde tampoco obtuvieron resultados óptimos en el crecimiento radicular en

estacas de moringa utilizando reguladores de crecimiento de la marca Rooting y Raizal 400 (Neftaly y Escobar, 2017).

De la misma manera, se replicó el experimento en la Universidad CUNORI, en la cual se implementó un área para las estacas de diferentes longitudes y en tres lugares distintos, en las cuales también hicieron uso de enraizadores y obteniendo los mismos resultados, ninguna estaca logro presentar raíces al final del proyecto aun cuando estos presentaban brotes (Neftalí, S; Escobar, A, 2017).

Sin embargo, numerosos investigadores confirmaron que para algunas especies la concentración de hormonas auxinas varían y también, se ven afectadas por tratamientos anteriores con la planta progenitora, como el tamaño u diámetro de las estacas (Negash, 2003).

Leakey (2014), indica que, al haber parámetros no tomados en cuenta como gradientes en succulencia, edad de la planta madre, contenido de carbohidratos, fenología, pérdida de turgencia, podrían evitar un óptimo enraizado. Algunas especies cuyas estacas fueron recolectadas por ramas apicales, presentan un desarrollo correcto de raíces, debiéndose a la mayor presencia de sustancias enraizadoras y a la diferente fisiología de la estaca apical. (Mesén, 1998).

Es probable que se activen inhibidores de formación de raíces, debido a la edad de la planta madre, presencia de fenoles, o se reduzcan algunos que interfieren en el proceso. Ramos (2004).

La salinidad es uno de los factores principales que evitan un correcto enraizado, esto se debe a que afecta distintos aspectos fisiológicos y metabólicos de la planta. Al haber un mayor contenido de sales, esta, resulta con un desequilibrio de iones y a su vez, estrés de osmosis, además, de romper la homeostasis del potencial hídrico y la distribución de iones. Este tipo de problema por la salinidad, tiene como resultado un indebido desarrollo

de la planta por la incorrecta fotosíntesis debido a que las estomas se mantienen cerrados y en consecuente, una limitante entrada de CO<sub>2</sub> (Alcaraz, 2012).

Los resultados obtenidos para el desarrollo de raíces, no fueron sencillos de obtener, ya que la formación de raíces, hace uso de varios eventos bioquímicos, fisiológicos en la iniciación y elongación de raíces. (Davies & Hartmann, 1988)

## **7.2 Interacción de las tres variables: tipo de hormona, tipo de corte cilíndrico y longitud de estaca con respecto al número de brotes**

La variable de respuesta como el número de brotes en las estacas, se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre el número de brotes con respecto a la longitud de estaca, donde se presenta mayor número de brotes en estacas de 40 cm para ambos tipos de hormona (AIB y ANA), esto se debe principalmente a la mayor cantidad de yemas que se presentan en dicha longitud. Por otro lado, hay menor presencia de brotes en la longitud de 20 cm, debido a que dicha longitud tiene menor cantidad de número de yemas en el material vegetativo. Este resultado es similar al obtenido en una investigación realizada en Guatemala, donde utilizaron dos hormonas auxinas donde tuvieron mayor número de brotes en la longitud de estaca de 0,3 m (neftaly, S; Escobar, A, 2017).

## **7.3 Efecto de la interacción de las tres variables con respecto al número de brotes en el tipo de corte bisel**

No existieron diferencias significativas en el tipo de corte con respecto al número de brotes, pero si se evidenciaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para el tipo de longitud de estacas, donde hubo mayor número de brotes en estacas de 40 cm para ambos tipos de hormona (AIB y ANA), esto se debe principalmente a la mayor cantidad de yemas que se presentan en dicha longitud. Por otro lado, hay menor presencia de brotes

en la longitud de 20 cm del tipo de corte bisel, debido a que dicha longitud tiene menor cantidad de número de yemas en el material vegetativo.

#### **7.4 Diámetro de tallo medio y longitud de estaca con la hormona AIB y ANA en el tipo de corte circular**

Para la variable de diámetro medio no se evidencian diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) donde la interacción de las tres variables como el tipo de hormona AIB y ANA y la longitud, en el tipo de corte cilíndrico, siendo la hormona A1 (AIB) en tipo de corte cilíndrico, con el mayor promedio de diámetro de tallo medio 13.66 mm. Por otro lado, la hormona A2 (ANA) presenta el menor promedio de diámetro de tallo 11 mm medio en el tipo de corte cilíndrico, esto se debe principalmente que en el grupo de estacas para el uso de hormona AIB (A1) estaba conformada por estacas de mayor diámetro que en las estacas que fueron aplicadas con la hormona A2 (ANA).

#### **7.5 Diámetro de tallo inferior y longitud de estaca con la hormona AIB y ANA en el tipo de corte bisel**

La interacción de las variables como el tipo de hormona AIB y ANA y la longitud, en el tipo de corte bisel, siendo la hormona A2 (ANA), con el mayor promedio de diámetro de tallo medio 13.30 mm en estacas de 20 cm. Por otro lado, la hormona A1 (ANA) presenta el menor promedio de diámetro de tallo 11.15 mm medio en el tipo de corte bisel, esto se debe principalmente que en el grupo de estacas para el uso de hormona A1 (ANA) estaba conformada por estacas de mayor diámetro que en las estacas que fueron aplicadas con la hormona A1 (AIB).

Sin embargo, no se puede afirmar que exista un incremento del diámetro de la estaca, con respecto al uso de hormonas auxinas, tipo de corte y longitud, además el

diámetro inferior tiende hacer de mayor diámetro que el medio, ya que se encuentran más cercas al tronco principal del árbol.

## VIII. CONCLUSIONES

En la presente investigación experimental se hicieron uso de dos hormonas auxinas, Acido Indolbutírico y Ácido naftaleno Acético al 99% de pureza, al efectuar la prueba estadística para las tres variables presentadas, solo se evidencio diferencia significativas con respecto al número de brotes con la longitud de estacas, La variable longitud de raíz, volumen, no presento dato alguno, concluyendo que la reproducción asexual con hormonas en el árbol de moringa (*Moringa oleífera*) no es posible, así se evidencien brotes en las estacas, de esta manera, se rechaza la hipótesis alterna. Los tres factores (tipo de hormona, tipo de corte y longitudes de estacas) que fueron puestos a evaluación resultan sin efecto al momento que la variable volumen y longitud de raíces no presentan dato alguno, por lo que se concluye, que la reproducción de moringa por medio de estacas bajo las condiciones realizadas en el biohuerto de la Universidad Científica del Sur no es posible, así se haya presencia de brotes en las estacas. Esta investigación presenta datos importantes para el país, ya que algunas familias y pequeños predios agrícolas hacen uso de esta importante especie para fines ganaderos y nutricionales y con estos resultados se evidencia que esta especie no puede producir raíces mediante hormonas auxinas.

## IX. RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar diferentes dosis de hormonas auxinas para ver si tiene un efecto significativo en la producción de raíces en estacas de moringa.
- Realizar un monitoreo constante del agua de riego y las condiciones edafoclimáticas donde se desarrolle el proyecto.
- Continuar realizando más ensayos para poder generar producción de raíces.
- Indagar y aplicar otras técnicas de reproducción asexual de esta especie ya que por mediante las variables planteadas, esta no asegura su reproducción.
- Realizar más investigaciones dirigidas a su reproducción y diseminación.
- Aplicar otras técnicas de enraizamiento en diferentes épocas del año y etapas fenológicas.
- Utilizar esta investigación cambiando variables como tipo de sustratos, dosificación, longitudes de estacas, diferentes altitudes con la finalidad de obtener plantas en cualquier época del año.
- Evaluar otras variables como porcentaje de brotes, para identificar la eficiencia de la hormona.
- Tener en claro los criterios de selección de estacas, como edad de la planta madre, la etapa fenológica de la especie, tiempo de recolección,

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfaro, N. (2008). *Rendimiento y uso potencial de paraíso blanco, Moringa oleífera, en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimentario-nutricional de Guatemala.*

Instituto de nutrición, Guatemala. Recuperado de

<http://glifos.senacyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202006.26.pdf>

Alcaraz Ariza, F. (2012). *Salinidad y vegetación.* Universidad de Murcia España

Aliaga Pérez, M. (2009). Eefecto de bioestimulantes en la formación de callos de haplorhus peruviana engl. para la propagación vegetativa. 1–100.

Andagoya Zambrano, C. (2017). *Enraizamiento por acodo aéreo de maracuyá (Passiflora edulis var. Flavicarpa Deg.) con el empleo de hormonas de enraizamiento ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB).*

Becker, B., & Nair, P. (2004). Cultivation of medicinal plants in an Alley Cropping System with Moringa Oleifera in the united states Virgin Islands. *1st World Congress of Agroforestry.* Orlando, Florida, USA.

Botti, C. (1999). Principios de la propagación y técnicas de propagación por estacas. En Manejo tecnificado de invernaderos y propagación de plantas. (pp. 72–82). Chile: Departamento de Producción Agrícola, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Boschini, C., Dormond, H., & Castro, A. (2000). Composición química de la morera (Morus alba), para uso en la alimentación animal: densidades y frecuencias de poda. *Agronomía mesoamericana*, 11(1), 41–49.

- Bressani, R. (2007). *Valor proteínico suplementario de la hoja de moringa oleífera al Maíz y al arroz*. Ensayos preliminares, Universidad del valle de Guatemala, Centro de ciencia y tecnología de alimentos, instituto de investigaciones.
- Cabrera, M., Borrero, R., Rodriguez, F., Angarica, B., & Rojas, M. (2009). Efecto de tres bioestimulantes en el cultivo de pimiento (*capsicum annun*, l) variedad atlas en condiciones de cultivo protegido. *Ciencia en su PC*.
- Campo Limpio. (2010). *Gestión integral y responsable de envases vacíos de agroquímicos*. Ministerio de agricultura y riego.
- Chepote, C. (2018). *Siembra del cultivo de moringa (moringa oleífera) en la pampa de villacurí, departamento de Ica*. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3223>
- Duarte, F., & Flores , B. (2004). *Producción de Biomasa de Moringa oleífera sometida a diferentes densidades de siembra y frecuencia de corte, en el trópico seco de Managua*. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal, Managua, Nicaragua.
- Escobar, S. (2017). *Evaluación de dos reguladores de crecimiento para la producción asexual por esquejes de moringa*.
- Flores, P. (2010). *Evaluación del efecto de cinco dosis de fitohormona, tres tipos de sustrato y tres rasgos de morfotipo en el enraizamiento de estaquillas juveniles de Amburana cearensis (Allemão) A.C. Smith (ishpingo), en ambientes controlados*. Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú.
- Foidl, N., Mayorga, L., & Cásquez, W. (2003). Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. *Conferencia electrónica de la FAO*.

- Fuglie, L. (2001). *Combating malnutrition with Moringa*. In: *The miracle tree: The multiple attributes of Moringa*. (J. L. Fuglie, Ed.) Wageningen: CTA Publication.
- Gárate, M. (2010). *Técnicas de propagación por estacas*. Universidad Nacional.
- Gavilanes, L. (2006). *Empleo de hormonas (ANA y AIB) estimuladoras del enraizamiento para la propagación vegetativa del Moral fino (Chlorophora tinctoria L. Gaun) en el Litoral Ecuatoriano*. Xalapa, MX.
- Gutierrez, B. (1995). Consideraciones sobre la fisiología y el estado de madurez en el enraizamiento de estacas de especies forestales. *Ciencia e Investigación Forestal*, 9(2), 261-277.
- Jordán, M., & Casaretto, J. (2006). Hormonas y reguladores del crecimiento: auxinas, giberelinas y citocininas. *Fisiología Vegetal*, 1-28.
- Lange, P. (2014). *Efecto de auxinas en el enraizamiento de estaquillas de buxus sempervirens l. en distintas épocas del año*.
- Leakey, R. (2014). Plant Cloning: Macropropagation. En V. Alfen, *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems* (Vol. 4, págs. 349–359). San Diego: Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00223-0>
- León, D. (2009). *Propagación de dos Especies de Yagual (Polylepis incana y Polylepis racemosa) utilizando dos Enraizadores Orgánicos y dos Enraizadores Químicos en el Vivero Forestal del CREA en el cantón y provincia del Cañar*. Cañar: Escuela Superior.
- Liñan, F. (2010). *Moringa oleífera, el árbol de la nutrición*. Corporación universitaria Rafael Núñez.

- Lowell, J. (1999). The Miracle Tre Moringa oleifera Natural Nutrition for the tropics. *Formulación y aceptabilidad de preparaciones comestibles a base de moringa oleífera* 2004. 13.
- Lucero, D. (2013). Enraizamiento de esquejes para la producción de plantas de café variedad robusta coffea canephora. *I*(80).
- Mansilla, A. (2004). Propagación vegetativa mediante estaquillado en especies nativas de los géneros Musticia, Escallonia y Gaultheria, como potenciales cultivos ornamentales.
- Martínez, W. (2008). Uso potencial de la moringa (Moringa oleífera) para la producción de alimentos nutricionalmente mejorados. Serviprensa, S.A.
- Mesén, F. (1998). *Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de Sub-irrigación*. Manual técnico N° 30, Costa Rica.
- Mitchel, R.G., Zwolinski, J., & Jones, N. B. (2004). A review on the effects of donor maturation on rooting and field performance of conifer cuttings. *Southern African Forestry Journal*, (201), 53-63.
- Municipalidad Distrital de Villa El Salvador. (2016). Plan Operativo Institucional con Enfoque de Resultados y Perspectiva de Programación Multianual.
- Parrotta, J. (1993). *Moringa oleifera Lam. Resedá, horseradish tree. SO-ITF-SM-61*. Southern Forest Experiment Station, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, New Orleans, LA.
- Pérez, A., Sánchez, T., Armengol, N., & Reyes, F. (2010). Características y potencialidades de Moringa oleifera Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. *Pastos y forrajes*, 33(4), 16.

- Ramírez, E., Garay , J., Estrada , B., Martínez , J., Rojas , A., & Cancino, S. (2020). Variación morfológica en *Moringa oleifera* Lam. a diferentes densidades de población. *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas*, 165–176.
- Reyes, N. (2004). *Marango: Cultivo y utilización en la alimentación animal*. Guía técnica N° 5, Universidad Nacional Agraria (UNA, Dirección de Investigación, Extensión y Posgrado (DIEP), Nicaragua.
- Salisbury, F. (2000). *Fisiología de las plantas*. Madrid, España: Ed. Paraninfo.
- Sharma, G., & Rains, V. (1982). Propagation techniques of *Moringa oleifera* Lam. En P. Khosia, *Improvement of forest biomass* (pág. 175). Solan, India: Indian Society of Tree Scientist.
- Soudre, M. (2010). *Transferencia de tecnología de propagación vegetativa de especies forestales valiosas en las regiones de Loreto y Ucayali, a través de RAPVE*. Loreto: Instituto de investigaciones de la Amazonía peruana – IIAP.
- Soudre, M., Guerra, H., Mueras, L., Vasquez, A., Flores, M., Murrieta, C., & Yepes, F. (2010). *Protocolo para el enraizamiento d estacas juveniles de cinco especies maderables*. Ucayali, Perú: IIAP, FINCyT.
- Strasburguer, E. (1994). *Tratado de botánica*. Barcelona.: Omega.
- Toro, J. (2007). Avances en la propagación por microestacas de Podocarpáceas. Macro y Micro-Propagación de Especies Del Bosque Altoandino. 6–10.
- Zúñiga, A., & Ramos, R. (2018). *Enraizamiento de ramas de cacao (theobroma cacao L.) ccn-51 utilizando hormonas sintéticas de ácido naftalenacético (ana) y ácido indolbutírico (aib)*. Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, Quevedo - Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3461/1/T-UTEQ-147.pdf>

**XI. ABREVIATURA**

AIB : Ácido Indulbutírico

ANA : Ácido Naftaleno Acético

PPM : Partes por millón

## XII. ANEXOS

### Anexo 1. Planta madres para la recolección de las estacas



Anexo 2. Tratamientos con presencia de brotes sin presencia de raíces

<p><b>T0 corte circular longitud 0.3 m</b></p>	<p><b>T1 AIB, Longitud 0.4m corte cilíndrico</b></p>
	
<p><b>T2 AIB, longitud 0.4m corte bisel</b></p>	<p><b>T3 AIB longitud 0.2m corte cilindrico</b></p>
	

<p><b>T4 ANA longitud 0.2 m bisel</b></p>	<p><b>T5 ANA longitud 0.4m cilíndrico</b></p>
	
<p><b>T6 ANA longitud 0.4 m bisel</b></p>	<p><b>T7 ANA longitud 0.2 m cilíndrico</b></p>
	

**T8 ANA longitud 0.2 m Circular**



Anexo 3. Análisis estadísticos

**Tabla 6**

*Prueba de Normalidad de las variables*

	Hormona	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig	Estadístico	gl	Sig
N° Brotes	Sin hormona	,231	5	,200*	,943	5	,685
	A1	,176	20	,104	,921	20	,105
	A2	,118	20	,200*	,950	20	,374
Diámetro tallo medio	Sin hormona	,140	5	,200*	,984	5	,957
	A1	,173	20	,120	,929	20	,151
	A2	,137	20	,200*	,927	20	,137
Diámetro tallo inferior	Sin hormona	,233	5	,200*	,949	5	,729
	A1	,111	20	,200*	,973	20	,813
	A2	,169	20	,136	,947	20	,328

Fuente: Elaboración propia

Nota. \*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

<sup>a</sup>. Corrección de significación de Lilliefors

**Tabla 7**

*Análisis de varianza para la variable Numero de Brotes*

Origen	Tipo III suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Modelo corregido	58,004 <sup>a</sup>	8	7,251	20,611	,000
Intersección	244,017	1	244,017	693,667	,000
hormona	1,190	1	1,190	3,384	,074
longitud.estaca	34,410	1	34,410	97,818	,018
tipo.corte	,182	1	,182	,518	,476
hormona * longitud.estaca	,870	1	,870	2,474	,125
hormona * tipo.corte	,342	1	,342	,973	,331
longitud.estaca * tipo.corte	,462	1	,462	1,314	,259
hormona * longitud.estaca * tipo.corte	,240	1	,240	,683	,414
Error	12,664	36	,352		
Total	438,750	45			
Total corregido	70,668	44			

Fuente: Elaboración propia

Nota: a. R al cuadrado = ,821 (R al cuadrado ajustada = ,781)

**Tabla 8**

*Prueba de Intersujetos Independiente para cada variable*

Longitud de estaca	N	Subconjunto		
		1	2	3
30 cm	5	,960		
20 cm	20		2,170	
40 cm	20			4,025
Sig		1,000	1,000	1,000

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,352.

**Tabla 9**

*Prueba Tukey ( $p < 0.05$ ) respecto a la variable número de brotes*

(I) Longitud de estaca	(J) Longitud de estaca	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
30 cm	40 cm	-3,065*	,2966	,004	-3,790	-2,340
	20 cm	-1,210*	,2966	,001	-1,935	-,485
40 cm	30 cm	3,065*	,2966	,003	2,340	3,790
	20 cm	1,855*	,1876	,007	1,397	2,313
20 cm	30 cm	1,210*	,2966	,003	,485	1,935
	40 cm	-1,855*	,1876	,002	-2,313	-1,397

Fuente: Elaboración Propia

Nota: El término de error es la media cuadrática(Error) = ,352.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N°018-2020-DACIAF-DAFCA-U.CIENTIFICA.**

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

Lima, 24 de julio del 2020

**VISTO:**

El informe de revisión independiente académica y la aprobación de un Comité de Ética del proyecto de tesis titulado: "EFECTOS DEL ACIDO INDOLBUTIRICO Y EL ACIDO NAFTA CETAMIDA EN EL CRECIMIENTO RADICULAR EN ESTACAS DE (Moringa oleífera (Linnea) EN MACAS-LIMA", presentado por:

- **PORFIRIO DANIEL SALMON GARCIA**

**CONSIDERANDO:**

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el título profesional de Ingeniería Agroforestal en la Carrera de Ingeniería Agroforestal, se debe desarrollar una tesis.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

**SE RESUELVE:**

Aprobar e inscribir el proyecto de tesis titulado: "EFECTOS DEL ACIDO INDOLBUTIRICO Y EL ACIDO NAFTA CETAMIDA EN EL CRECIMIENTO RADICULAR EN ESTACAS DE (Moringa oleífera (Linnea) EN MACAS-LIMA" con N° de registro: **196-2020-PRE10**, y establecer el inicio del período de ejecución del mencionado proyecto.

Nombrar al docente/colaborador **HECTOR VELASQUEZ ALCANTARA** como asesor para el desarrollo de la tesis en cuestión.

Regístrese, comuníquese y archívese.

*Documento firmado digitalmente*  
**Mg. Luis Paul Quiroz Rossi**  
Director Académico  
Carrera de Ingeniería Agroforestal

T // (51) 610 6400  
opción 3  
[www.cientifica.edu.pe](http://www.cientifica.edu.pe)

**Campus**  
Panamericana Sur  
Km 19 - Lima 42