



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

Proyecto de Investigación previo a
la obtención del título de Ingeniero
Agropecuario.

Título del Proyecto de Investigación:

**“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL NEEM (*Azadirachtaindica*),
MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LAS HORMONAS DE
ENRAIZAMIENTO (ANA Y AIB)”**

Autora:

VANESSA KARINA LOOR AIMACAÑA

Director de Proyecto de Investigación:

ING. AGR. ROMMEL ARTURO RAMOS REMACHE M.Sc.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **VANESSA KARINA LOOR AIMACAÑA**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. _____

VANESSA KARINA LOOR AIMACAÑA

C.C: 1207084409

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ramos Remache Rommel Arturo**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Loor Aimacaña Vanessa Karina**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL NEEM (*Azadirachta indica*), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LAS HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO (ANA Y AIB)”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Rommel Arturo Ramos Remache M. Sc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.

Dando cumplimiento al Reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y a las normativas y directrices establecidas por el SENESCYT, el suscrito Ing. Rommel Arturo Ramos Remache, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “**PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL NEEM (*Azadirachta indica*), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LAS HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO (ANA Y AIB)**” de autoría de la estudiante LOOR AIMACANA VANESSAKARINA, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es del 6%, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.

URKUND

Documento: [PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL NEEM AZADIRACHTA INDICA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE ANA Y AIB.doc](#) (D31883489)

Presentado: 2017-10-30 16:05 (-05:00)

Presentado por: rramos@uteq.edu.ec

Recibido: rramos.uteq@analysis.urkund.com

Mensaje: PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL NEEM (AZADIRACHTA INDICA), MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LAS HORMONAS DE ENR. [Mostrar el mensaje completo](#)

6% de estas 18 páginas, se componen de texto presente en 6 fuentes.

| Lista de fuentes | Bloques |
|------------------|--|
| Categoría | Enlace/nombre de archivo |
| | PROY. INV. RAMOS 25.01.2016.docx |
| | TESIS FORESTAL JOHANN FINAL.docx |
| | PROYECTO Otto 07 DE ABRIL-2016.docx |
| | PROYECTO DE INVESTIGACION (GINA VERA) 23.docx |
| | RUTH NOEMI MONCAYO SANCHEZ.pdf |
| | TRABAJO DE TITULACIÓN SANDRO LISTO 21 DE AGOSTO.docx |

0 Advertencias. Reiniciar Exportar Compartir

Atentamente

Ing. Rommel Arturo Ramos Remache M.Sc.
DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
INGENIERÍA AGROPECUARIA

Título:

**“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL NEEM (*Azadirachta indica*), MEDIANTE
LA UTILIZACIÓN DE LAS HORMONAS DE ENRAIZAMIENTO (ANA Y AIB)”**

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Gregorio Vásquez Montúfar

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Jaime Vera Chang M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Gerardo Segovia Freire M.Sc.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2017

AGRADECIMIENTO

Agradeciendo a Dios por darme la oportunidad de vivir y seguir adelante con mi vida, a mis queridos y amados padres, Diecer Loor y Nelly Aimacaña por darme ese apoyo incondicional y fuerza para avanzar en el cumplimiento de mí meta que sin duda alguna me han demostrado su amor en todo el trayecto de mi existencia.

A mí amada querida hija Nicole Soto Loor que lo es todo para mí, es el impulso para no detenerme.

A mis queridos hermanos y hermanas que de una u otra forma me han apoyado.

Agradecida conto dos mis familiares y amigos por sus consejos y a todas aquellas personas que han sido directa e indirectamente una valiosa guía y compañía durante todo el proceso de mi estudio académico y mi vida.

A mis compañeros y amigos de Machete y Garabato y de lucha a Luis y Valeria. Gracias por todo su apoyo y paciencia.

Agradezco al ing. Germán Jácome, por sus conocimientos y valores impartidos por ser un gran maestro y amigo.

A mí estimado director de tesis el Ing. Rommel Arturo Ramos Remache, por todo apoyo, paciencia, enseñanza y dedicación, en este proceso académico y por haber creído y confiado en mí.

Vanessa Loor Aimacaña.

DEDICATORIA

Este logro académico lo dedico primeramente a mis padres quienes han estado en todos mis momentos de éxitos y fracasos dándome su apoyo económico, moral y emocional sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad, es por ellos que soy lo que soy ahora.

A Dios por darme fuerzas de levantarme en momentos difíciles y darme la oportunidad de seguir viviendo.

A mi querido adorado y amado padre DIECER LOOR. Por apoyarme en todo momento de mi vida, por todos sus sacrificios y esfuerzos, por la confianza que me has brindado para que siga progresando personal y profesionalmente.

A mi querida adorada y amada madre NELLY AIMACAÑA. Por los ejemplos de perseverancia y constancia que la caracterizan, por el valor mostrado para seguir adelante y por su amor incondicional, por estar presente en todo momento de mí existir brindándome su mano amiga.

Al amor más puro que dios me ha dado, la llegada de mi hija NICOLE SOTO. Uno de los mejores momentos que tengo, es mi razón de ser en salir adelante eres el motor que me empuja a no quedarme, en capacitarme y avanzar. Por eso mismo dedico esta tesis a mi hija, porque gracias a ella cada esfuerzo que realice va a ser en la construcción de nuestras vidas y ser; agradezco a Dios por darme tan hermosa compañía y motivación para cada día ser mejor. Por hacer de mí, la madre más feliz de este mundo, te amo con el corazón bebe chiquita.

A todos mis familiares y amigos que de una u otra forma han estado presentes en la elaboración de esta tesis y en mi vida. A mis hermanos; WILLIAN por ser el ejemplo de un hermano mayor y de la cual aprendí a no rendirse en momentos difíciles de la vida, gracias por sus oraciones y su fe. A JUNIOR porque gracias a su persona aprendí trabajar en momentos de estrés. A mis queridas y adoradas hermanas FABIOLA, JULIANA y

CAMILA, a la familia SOTO TAPIA. A mis cuñados, cuñadas y sobrinos a todos en general, Gracias por ser parte incondicional en los buenos y malos momentos de mi vida.

A todos mis amigos. Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos.

¡Gracias a ustedes!

Usted sabe lo que yo no sé, y yo sé lo que usted no sabe.

Vanessa Loor Aimacaña.

RESUMEN

El Neem (*Azadirachta indica*) es una especie arbolea de creciente importancia en la industria debido a sus múltiples beneficios, razón por la cual la búsqueda de alternativas de propagación de especies élites se vuelve necesario. La presente investigación evaluó la respuesta de esta especie a las hormonas enraizantes ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB), para lo cual se estableció un diseño experimental completo al azar, donde se evaluó tres dosis: 1000, 1500 y 2000 mg/Kg de ANA y AIB más un tratamiento testigo. Las variables evaluadas fueron: Longitud de la raíz, Número de raíces, Porcentaje de enraizamiento, Número de brotes, Longitud de brotes y el análisis económico respectivo. Se obtuvieron los mejores resultados con el Tratamiento 2(1000ppm ANA + 1000ppm AIB) y el Tratamiento 3 (1500ppm ANA + 1500ppm AIB) debido a que permitieron alcanzar un mayor porcentaje de enraizamiento, mayor longitud y número de raíces. Las plántulas enraizadas demostraron buena brotación y una baja tasa de mortalidad en la fase de aclimatación. La dosis de 1000 mg/kg de hormonas enraizantes permite obtener una mayor relación beneficio costo, lo que genera ganancias al ser explotada a grandes escalas.

Palabras clave: Rizogénesis, Auxinas, Estacas, *Azadirachta*

ABSTRACT

Neem (*Azadirachta indica*) is an arboreal species of growing importance in the industry due to its multiple benefits, which is why the search for alternative propagation of elite species is necessary. The present study evaluated the response of this species to rooting hormones naftalenacetic acid (ANA) and indolebutyric acid (IBA), for which a complete randomized experimental design was established, where three doses were evaluated: 1000, 1500 and 2000 mg / Kg of ANA and AIB plus a control treatment. The variables evaluated were: Root length, Number of roots, Rooting percentage, Number of shoots, Length of shoots and respective economic analysis. The best results were obtained with Treatment 2 (1000ppm ANA + 1000ppm AIB) and Treatment 3 (1500ppm ANA + 1500ppm AIB) because they allowed to reach a higher percentage of rooting, greater length and number of roots. Rooted seedlings showed good sprouting and a low mortality rate in the acclimatization phase. The dose of 1000 mg/kg of rooting hormones allows to obtain a greater relation benefit cost, which generates gains to be exploited at large scales.

Key words: Rizogénesis, Auxinas, Stakes, *Azadirachta*

TABLA DE CONTENIDO

| Contenido | Pág. |
|---|-------------|
| Portada..... | i |
| Declaración de autoría y cesión de derechos..... | ii |
| Certificación de culminación del proyecto de investigación..... | iii |
| Certificado de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico..... | iv |
| Certificado de aprobación por miembros de tribunal..... | v |
| Agradecimiento..... | vi |
| Dedicatoria..... | vii |
| Resumen..... | ix |
| Abstract..... | x |
| Tabla de contenido..... | i |
| Índice de tablas..... | iv |
| Índice de anexos..... | v |
| Código Dublin..... | i |
| Introducción..... | 1 |
| CAPÍTULO I..... | 3 |
| CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... | 3 |
| 1.1. Problema de la investigación..... | 4 |
| 1.1.1. Planteamiento del problema..... | 4 |
| Diagnóstico..... | 4 |
| Pronóstico..... | 5 |
| 1.1.2. Formulación del problema..... | 5 |
| 1.1.3. Sistematización del problema..... | 5 |
| 1.2. Objetivos..... | 6 |
| 1.2.1. Objetivo general..... | 6 |
| 1.2.2. Objetivos específicos..... | 6 |
| 1.3. Justificación..... | 6 |
| CAPÍTULO II..... | 8 |
| FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 8 |
| 2.1. Marco conceptual..... | 9 |

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| 2.2. | Marco referencial. | 10 |
| 2.2.1. | Antecedentes investigativos. | 10 |
| 2.2.2. | Origen de la especie. | 10 |
| 2.2.3. | Descripción botánica. | 11 |
| 2.2.4. | Importancia. | 12 |
| 2.2.5. | La propagación vegetativa. | 13 |
| 2.2.6. | Tipos de estacas. | 14 |
| 2.2.6.1. | Factores que influyen en el enraizado de estacas. | 14 |
| 2.2.7. | Uso de hormonas en la propagación. | 16 |
| 2.2.7.1. | Auxinas. | 16 |
| 2.2.7.2. | Ácido indolbutírico (AIB). | 16 |
| 2.2.7.3. | Ácido naftalenacético (ANA). | 17 |
| CAPÍTULO III | | 18 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | | 18 |
| 3.1. | Localización. | 19 |
| 3.2. | Tipo de investigación. | 19 |
| 3.2.1. | Investigación de campo. | 19 |
| 3.3. | Métodos de investigación. | 20 |
| 3.1.1. | Método de observación. | 20 |
| 3.1.2. | Método deductivo. | 20 |
| 3.1.3. | Método inductivo. | 20 |
| 3.4. | Fuentes de recopilación de información. | 20 |
| 3.5. | Diseño de la investigación. | 21 |
| 3.6. | Instrumentos de investigación. | 22 |
| 3.6.1. | Variables bajo estudio. | 22 |
| 3.6.1.1. | Longitud de la raíz mayor. | 22 |
| 3.6.1.2. | Número de raíces. | 22 |
| 3.6.1.3. | Porcentaje de enraizamiento. | 22 |
| 3.6.1.4. | Número de brotes. | 23 |
| 3.6.1.5. | Longitud de los brotes. | 23 |
| 3.6.2. | Tratamientos de los datos. | 23 |
| 3.7. | Recursos humanos y materiales. | 23 |
| 3.7.1. | Recursos humanos. | 23 |
| 3.7.2. | Materiales. | 24 |

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO IV | 25 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 25 |
| 4.1. Resultados y discusión..... | 26 |
| 4.1.1. Promedio de estacas enraizadas..... | 26 |
| 4.1.2. Raíces emitidas..... | 27 |
| 4.1.3. Longitud de la raíz mayor..... | 28 |
| 4.1.4. Peso seco de la raíz..... | 29 |
| 4.1.5. Porcentaje de enraizamiento..... | 30 |
| 4.1.6. Porcentaje de mortalidad..... | 31 |
| 4.1.7. Número de brotes por estaca..... | 32 |
| 4.1.8. Longitud de brotes..... | 33 |
| 4.1.9. Análisis económico..... | 34 |
| CAPÍTULO V | 36 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 36 |
| 5.1. Conclusiones..... | 37 |
| 5.2. Recomendaciones..... | 38 |
| CAPÍTULO VI..... | 39 |
| BIBLIOGRAFÍA | 39 |
| 6.1. Referencias bibliográficas..... | 40 |
| CAPÍTULO VII..... | 44 |
| ANEXOS..... | 44 |
| 7.1. Anexo 1..... | 45 |
| 7.2. Anexo 2..... | 49 |

ÍNDICE DE TABLAS

| Tabla..... | Pág..... |
|---|-----------------|
| Tabla 1. Taxonomía del Neem. | 11 |
| Tabla 2. Condiciones agroclimáticas de la zona donde se realizó en estudio..... | 19 |
| Tabla 3. Tratamientos evaluados. | 21 |
| Tabla 4. Análisis de la varianza. | 23 |
| Tabla 5. Promedio de estacas enraizada registradas en el cantón Mocache, 2017. | 26 |
| Tabla 6. Promedio de raíces emitidas registradas en el cantón Mocache, 2017. | 27 |
| Tabla 7. Longitud de la raíz mayor registrados en el enraizamiento de estacas de Neem, en el cantón Mocache, 2017..... | 28 |
| Tabla 8. Peso seco de las raíces obtenidas durante el proceso de enraizamiento de Neem en el cantón Mocache, 2017..... | 29 |
| Tabla 9. Porcentaje de enraizamiento a los 30 y 45 días de estacas de Neem, en el cantón Mocache 2017..... | 30 |
| Tabla 10. Porcentaje de mortalidad de las estacas de Neem enraizadas en el cantón Mocache, 2017..... | 31 |
| Tabla 11. Número promedio de brotes que se formaron por estaca enraizada en el cantón Mocache, 2017..... | 32 |
| Tabla 12. Longitud de brotes productivos por las estacas de Neem sometidas al proceso de enraizamiento en el cantón Mocache, 2017..... | 33 |
| Tabla 13. Análisis económico del enraizamiento de estacas de Neem sometidas al proceso de enraizamiento en el cantón Mocache, 2017.. | 35 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| Tabla | Pág. |
|--|-------------|
| Anexo 1. Análisis de la varianza | 45 |
| Anexo 1.1. Análisis de varianza correspondiente a la variable número de estacas enraizadas (NEE) de Neem empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB, en el cantón Mocache, 2017. | 45 |
| Anexo 1.2. Análisis de varianza correspondiente a la variable número de raíces emitidas (NRE) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB en el cantón Mocache, 2017..... | 45 |
| Anexo 1.3. Análisis de varianza correspondiente a la variable promedio de longitud de la raíz mayor (LONGRCM) de Neem empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB en el cantón Mocache, 2017..... | 45 |
| Anexo 1.4. Análisis de varianza correspondiente a la variable peso seco de la raíz de Neem (MSCRAIZ) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB en el cantón Mocache, 2017..... | 46 |
| Anexo 1.5. Análisis de varianza correspondiente a la variable porcentaje de enraizamiento de estacas de Neem a los 30 días (PENR30) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB en el cantón Mocache, 2017. | 46 |
| Anexo 1.6. Análisis de varianza correspondiente a la variable porcentaje de enraizamiento de estacas de Neem a los 45 días (PENR30) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB en el cantón Mocache, 2017. | 46 |
| Anexo 1.7. Análisis de varianza correspondiente a la variable mortalidad de las varetas de Neem (MORT) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB, en el cantón Mocache, 2017. | 47 |
| Anexo 1.8. Análisis de varianza correspondiente a la variable número de brotes de las estacas de Neem (BROPL30) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB a los 30 días, en el cantón Mocache, 2017..... | 47 |
| Anexo 1.9. Análisis de varianza correspondiente a la variable número de brotes de las estacas de Neem (BROPL45) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB a los 45 días, en el cantón Mocache, 2017..... | 47 |

| | |
|---|----|
| Anexo 1.10. Análisis de varianza correspondiente a la variable longitud de los brotes de las estacas de Neem (LONGB30) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB a los 30 días, en el cantón Mocache, 2017..... | 48 |
| Anexo 1.11. Análisis de varianza correspondiente a la variable longitud de los brotes de las estacas de Neem (LONGB45) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB a los 45 días, en el cantón Mocache, 2017..... | 48 |
| Anexo 2. Evidencia fotográfica | 49 |

CÓDIGO DUBLIN

| | |
|--------------------|---|
| Título: | “Propagación vegetativa del Neem (<i>Azadirachta indica</i>), mediante la utilización de las hormonas de enraizamiento (ANA y AIB)” |
| Autor: | Vanessa Karina Loor Aimacaña |
| Palabras clave: | Rizogénesis, Auxinas, Estacas, <i>Azadirachta</i> |
| Fecha publicación: | |
| Editorial: | Quevedo: UTEQ, 2017 |
| Resumen: | <p>Resumen: El Neem (<i>Azadirachta indica</i>) es una especie arbolea de creciente importancia en la industria debido a sus múltiples beneficios, razón por la cual la búsqueda de alternativas de propagación de especies élites se vuelve necesario. La presente investigación evaluó la respuesta de esta especie a las hormonas enraizantes ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB), para lo cual se estableció un diseño experimental completo al azar, donde se evaluó tres dosis: 1000, 1500 y 2000 mg/Kg de ANA y AIB más un tratamiento testigo. Las variables evaluadas fueron: Longitud de la raíz, Número de raíces, Porcentaje de enraizamiento, Número de brotes, Longitud de brotes y el análisis económico respectivo. Se obtuvieron los mejores resultados con el Tratamiento 2 (1000ppm ANA + 1000ppm AIB) y el Tratamiento 3 (1500ppm ANA + 1500ppm AIB) debido a que permitieron alcanzar un mayor porcentaje de enraizamiento, mayor longitud y número de raíces. Las plántulas enraizadas demostraron buena brotación y una baja tasa de mortalidad en la fase de aclimatación. La dosis de 1500 mg/kg de hormonas enraizantes permite obtener una mayor relación beneficio costo, lo que genera ganancias al ser explotada a grandes escalas.</p> <p>Abstract: Neem (<i>Azadirachta indica</i>) is an arbolea species of growing importance in the industry due to its multiple benefits, which is why the search for alternative propagation of elite species is necessary. The present study evaluated the response of this species to rooting hormones naftalenacetic acid (ANA) and indolebutyric acid (IBA), for which a complete randomized</p> |

| | |
|--------------|---|
| | <p>experimental design was established, where three doses were evaluated: 1000, 1500 and 2000 mg / Kg of ANA and AIB plus a control treatment. The variables evaluated were: Root length, Number of roots, Rooting percentage, Number of shoots, Length of shoots and respective economic analysis. The best results were obtained with Treatment 2 (1000ppm ANA + 1000ppm AIB) and Treatment 3 (1500ppm ANA + 1500ppm AIB) because they allowed to reach a higher percentage of rooting, greater length and number of roots. Rooted seedlings showed good sprouting and a low mortality rate in the acclimatization phase. The dose of 1500 mg / kg of rooting hormones allows to obtain a greater relation benefit cost, which generates gains to be exploited at large scales.</p> |
| Descripción: | 68 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD ROM |
| URI | |

Introducción

El árbol de neem o nim (*Azadirachta indica*), de la familia *Meliaceae*, es originario del sur y suroeste de Asia en donde crece en los bosques naturales de las regiones más secas del sur de la India, Pakistán, Bangladesh, Tailandia y Myanmar. Y se cultiva en otras regiones tropicales y subtropicales del Medio Oriente, América Central, y del Sur, la región del Caribe y el Sur de Florida. Y en varios países sudamericanos como Argentina, Brasil y Ecuador. Esta especie se caracteriza por sus excelentes propiedades utilizadas como insecticida, combustible, lubricante, jabones, cosméticos y medicina tradicional(1).

En 1978 fue introducido al Ecuador en la provincia de Manabí, gracias al convenio que el país tenía con Gran Bretaña entre 1975 y 1980 enviando semillas de Nigeria para establecerlo en las zonas secas de la provincia, donde más tarde empezó a convertirse en una alternativa válida para el control integrado de plagas en varios cultivos a nivel de pequeños y medianos productores. Su potencial fitosanitario es aplicable hoy a varios cultivos como maíz, soya, maní, frejol, hortalizas y granos almacenados(2).

Al igual que otros seres vivos las plantas reaccionan frente a ciertos estímulos emitiendo sustancias químicas que inhiben el crecimiento de otras plantas o el ataque de ciertos insectos, propiedad que se la conoce como alelopatía(3).

El componente químico principal del árbol de Neem es la Azadirachtina, el cual es un tetranorteterpenoide de estructura compleja y es el metabolito de mayor importancia debido a su alta potencia insecticida y su mayor actividad y concentración se halla principalmente en las semillas maduras, ofrece la ventaja de no afectar a los enemigos naturales, debido a que sus reguladores de crecimiento no tienen acción de contacto y su acción anti alimentaria para los insectos, lo caracterizan como un excelente insecticida natural(4).

Convencionalmente, el neem es propagado por semillas inmediatamente luego de ser cosechadas ya que son recalcitrantes, además, presentan como principal desventaja la heterogeneidad genética producto de la polinización cruzada que generalmente se realiza.

Las fitohormonas tienen las características de originarse en las células meristemáticas y se distribuyen a través de células o vasos conductores hasta las células diana donde ejerce su acción, son activas en muy pequeñas cantidades y se destruyen con rapidez tras ejercer su acción, actuando sobre las células de manera coordinada de forma que las respuestas de las mismas dependen de la concentración de las hormonas que llegan allí(5).

Luego de la revolución verde, la tendencia de los mercados apunta hacia los productos orgánicos, donde su manejo es realizado estrictamente mediante estrategias alternativas como: barreras vivas, para el control de insectos en cultivos, bioinsecticidas, en la cría de aves. Con estas alternativas es prioritario investigar nuevas técnicas de propagación de esta especie que permite multiplicar un mayor número de plantas en el menor tiempo posible y al mismo tiempo que dicha técnica esté al alcance del productor(1).

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

Actualmente los plaguicidas sintéticos son los causantes de altos niveles de toxicidad, ya que inducen la formación de resistencia y contaminación del ambiente; esto ha permitido que se renueve el interés por los plaguicidas orgánicos para controlar plagas de campo y de almacén, cuyas plantas con propiedades insecticidas son abundantes en la naturaleza, una de ellas es el cultivo del Neem (*Azadirachta indica*), cuyas hojas repelen una gran cantidad de insectos plaga.

No obstante, el mayor problema sobre el uso de esta especie consiste en la baja disponibilidad del cultivo, debido a que es una a las especies utilizadas por nuestros ancestros, y que hoy en día la falta de asistencia técnica sobre métodos de propagación que contribuyan a la producción de esta planta con propiedades insecticidas, constituye uno de los mayores inconvenientes en la reproducción de la misma(6).

En este sentido, cuando este tipo de propagación se utiliza en forma masiva se requiere de mayor énfasis y cuidado en la selección de los individuos que se usarán como fuente de material vegetal. También es indispensable establecer y conservar las plantas en un jardín clonal para asegurar el control preciso de las condiciones ambientales durante el proceso de propagación, ya que las condiciones ambientales actuales podrían conllevar a la presencia de enfermedades fungosas por el exceso de precipitaciones y por ende a la baja germinación o prendimiento de la especie(7).

Diagnóstico.

La distribución natural del árbol de neem en la mayoría de las zonas del país donde se han realizado los servicios de transferencia de tecnología forestal se encuentra de forma dispersa y, aunque los comuneros han influido notablemente en esta distribución, la especie existe en forma aislada en los bosques naturales y se extiende rápidamente por medio de las aves que al alimentarse de los frutos se encargan, a través de sus excretas, de la diseminación de las semillas.

Pronóstico.

El empleo de nuevas técnicas de propagación de esta especie permitirá promover su empleo a gran escala para la producción de compuestos sintético que de estas especies para el desarrollo de nuevas tecnologías para el control de plagas en los cultivos agrícolas.

1.1.2. Formulación del problema.

El desconocimiento de tecnologías que permitan seguir procesos y secuencias de actividades para la propagación adecuada económicamente rentables de especies maderables, en especial del Neem, puesto que, la tendencia de las marcas a punta a la producción de cultivos orgánicos, donde el neem ofrece una excelente alternativa para el control de insectos.

Debido a estos antecedentes se plantea el siguiente problema para la presente investigación:

¿Resulta posible la propagación vegetativa del Neem (*Azadirachta indica*), mediante la utilización de las hormonas de enraizamiento ANA (Ácido naftalenacético) y AIB (Ácido indolbutírico) a nivel de vivero?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Qué concentración de hormonas enraizadoras permiten la correcta propagación vegetativa del Neem?

¿Las diferentes dosis de hormonas enraizadoras ANA y AIB a emplearse influirán en la longitud y número de raíces?

¿Es posible evaluar la sobrevivencia y el vigor de las plántulas obtenidas mediante la propagación vegetativa?

¿Cuál es el impacto económico de los tratamientos a evaluarse?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar la propagación vegetativa del árbol de Neem (*Azadirachta indica*), mediante la utilización de las hormonas de enraizamiento ANA y AIB.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Establecer la mejor concentración de hormonas enraizadoras en la propagación vegetativa del Neem.
- Determinar el desarrollo de raíces con la utilización de tres dosis de hormonas enraizadoras ANA y AIB.
- Evaluar la sobrevivencia y el vigor de las plántulas obtenidas mediante la propagación vegetativa.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos evaluados.

1.3. Justificación.

La propagación vegetativa mediante el empleo de hormonas enraizantes es una de los métodos de reproducción que ha demostrado gran utilidad, en la multiplicación agámica de plantas leñosas por la uniformidad que presentan las plantas obtenidas, además como ventajas de la propagación clonal se puede citar que se realiza en periodos de tiempos relativamente cortos en comparación con los métodos de reproducción sexual y además no se necesitan grandes cantidades de individuos para tomar el material de propagación, puesto que parte de plantas elites previamente seleccionadas por sus mejores características fenotípicas.

La propagación vegetativa en contraste a la propagación por semilla permite la captura y transferencia a la descendencia de material genético integral de plantas y es posible realizarla en periodos cortos y sin estar sujeto a factores ambientales.

Otras especies forestales son cultivadas con fines diferentes debido a que presentan propiedades especiales, las hojas del árbol de neem repelen una gran cantidad de insectos plagas, actualmente se tiene conocimiento que los insecticidas derivados de la especie son eficaces contra más de 200 especies de insectos, ácaros, nematodos, hongos, bacterias, y virus, debido a que del neem se extrae un insecticida natural orgánico que compite ventajosamente con los insecticidas químicos, ya que insectos que han desarrollado resistencia a los insecticidas sintéticos, son controlados por derivados del aceite de Neem(1).

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

- **Neem.** - Es una planta con múltiples aplicaciones tanto forestal como farmacológica. Es un árbol sumamente resistente, capaz de sobrevivir en condiciones muy adversas(8).
- **Hormonas de enraizamiento.** - Sustancia activa o compuesto orgánico que estimula la formación de raíces y su crecimiento en una estructura vegetal a partir de un corte a la planta. Preparación que se comercializa para su aplicación dirigida a la producción de un incremento en la tasa de éxito de la propagación a partir de esquejes tiernos o maduros(9).
- **Fitohormonas.** - Las fitohormonas, también llamadas hormonas vegetales, son sustancias producidas por células vegetales en sitios estratégicos de la planta y que actúan sobre otras células como mensajeros químicos. Las hormonas vegetales son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas(9).
- **Propagación vegetativa.** - La propagación vegetativa también llamada regeneración vegetativa, es la reproducción de una planta a partir de una célula, un tejido o un órgano (raíces, tallos, ramas, hojas) de la planta madre. Cualquier parte de una parte (en teoría) puede dar origen a otra de iguales características(6).
- **Desinfección.** - Se denomina desinfección a un proceso físico o químico que mata o inactiva agentes patógenos tales como bacterias, virus y protozoos impidiendo el crecimiento de microorganismos patógenos en fase vegetativa que se encuentren en objetos inertes(2).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Antecedentes investigativos.

Las hormonas de enraizamiento ANA (ácido naftalenacético) y AIB (ácido indolbutírico) son ampliamente empleadas para el enraizamiento de especies de interés económico.

Con la finalidad de implementar una metodología para propagar clonalmente portainjertos de aguacate (*Persea americana* Miller), Pillajo(10), realizó una investigación la cual consistió en estudiar el efecto del tipo de ramilla de injertación, dos concentraciones de ácido indolbutírico (AIB) y dos medios de enraizamiento sobre brotes etiolados del cultivar Duke 7, donde se evaluó el número de brotes etiolados, porcentaje de brotes enraizados y días a la obtención de brotes enraizados. De acuerdo a estas variables, se determinó que el tipo de ramilla influye en forma significativa en la obtención de brotes etiolados; siendo la ramilla larga la que obtuvo el mayor número de brotes etiolados (1.42) en comparación con la ramilla corta (1.20). La aplicación de 10 000 ppm de AIB combinado con el medio de enraizamiento que corresponde a la envoltura de papel aluminio fue superior estadísticamente a los demás tratamientos para obtener mayor porcentaje de brotes enraizados (75%) en menor tiempo (53.25 días). Comparando los tratamientos en los que se utilizó anillado de la corteza con el estrangulamiento con alambre de cobre, recomendado usualmente, este presentó resultados bajos e inconsistentes de enraizamiento.

2.2.2. Origen de la especie.

El árbol de neem desde hace 5000 años ha sido ampliamente utilizado en la medicina y en la actualidad se lo emplea en la cosmética, en fitosanitarios, así como también por sus propiedades es utilizado como plaguicida cuyos principios activos se lo encuentra en las semillas, la cual será objeto del presente estudio(4).

El origen de este árbol es incierto, se cree que es originario de la región de Assam y Myanmar de la India, país en el que es considerado como una farmacia. Es muy difundido en Pakistán, Myanmar, Sri Lanka, Tailandia, Malasia e Indonesia. Este árbol ha sido

introducido y establecido en los trópicos y subtropicos, especialmente en las áreas más secas del Sur de Asia, las Islas el Pacífico, Australia, Sur y Centro América, el Caribe, el Sub Sahara Africano y el Medio Oriente. En nuestro país este árbol es poco conocido, fue introducido a la provincia de Manabí en el año de 1978(11).

Tabla 1. *Taxonomía del Neem.*

| Reino | Vegetal |
|-----------------|-----------------------------------|
| División | <i>Spermatophyta</i> |
| Subdivisión | Angiosperma |
| Clase | Dicotiledonea |
| Subclase | <i>Archichamyda</i> |
| Orden | <i>Geraniales</i> |
| Suborden | <i>Rutineae</i> |
| Familia | <i>Meliaceae</i> |
| Genero | <i>Azadirachta</i> |
| Especie | <i>Azadirachta indica</i> |
| Sinónimo | <i>Anteleaazadirachta, Melia</i> |
| Nombres comunes | Nim, neem, margosa, caoba criolla |

Fuente:(1).

2.2.3. Descripción botánica.

Las plantas de neem se producen vegetativamente por acodos, cortes, injertos; generalmente son cultivadas de la semilla en viveros, las plantas de semillero se mantienen en el vivero de 1 a 2 años antes de trasplantar, para obtener un máximo de rendimiento de semillas, los árboles deben ser plantados espaciadamente para proporcionar el desarrollo completo de la copa. La siembra realizada de forma directa es más eficaz en coste, a continuación, una breve descripción botánica(12).

La cofia de la raíz es relativamente corta en comparación con sus raíces laterales, ya que pueden alcanzar una longitud de hasta 15 m, lo que es muy beneficioso para zonas secas, mientras que el tronco es recto con una altura de 15 a 25 m y el diámetro oscila entre 30 a

90 cm con una corteza moderadamente gruesa y fuertemente surcada, cuyas fisuras son de color rojizo- castaño(12).

Las hojas son alternas, de 10 a 38 cm agrupándose en el extremo de las ramas, los periodos de deshoje son cortos, siempre está verde y la muda solo ocurre dependiendo del clima; mientras que las flores se caracterizan por ser de colores blancas o cremas, pequeñas, bisexuales, de aroma agradable a miel, lo que atrae a las abejas, las flores se encuentran reunidas en forma de racimos(12).

Las semillas presentan la particularidad, que se debe a que es una drupa carnosa y suave, de forma helicoidal con una longitud de hasta 2 cm de largo. Su color inicial es verde y cuando se madura adquiere un color amarillo, cerca de las doce semanas después de la floración, su pulpa es dulce, en cuyo interior se encuentra un germen que contiene en su interior aceite en un porcentaje de 45%.El árbol de neem comienza a producir semillas a partir de los 3 a 5 años y es completamente productivo a los 10 años, llegando incluso a producir hasta 50 kg de semillas anualmente(7).

2.2.4. Importancia.

En general se ha reportado efectividad del neem en el control de más de 100 insectos, nemátodos y de insectos de almacén. También puede ser empleado para combatir algunos insectos urbanos, tales como la mosca doméstica y las larvas de zancudos. Se usa como repelente o disuasiva de la alimentación y de la deposición de huevecillos, pero su principal acción es la de regular el desarrollo de los insectos, posiblemente interfiriendo en la concentración de las hormonas que regulan la muda(13).

Las hojas han dado buen resultado en el control de los insectos. Se necesitan de 60 a 150 kg de hojas para proteger 2 ó 3 t de grano, y de 50 a 200 kg de pasta para proteger una hectárea de arroz(14).

El Neem ha resultado ser efectivo y también es seguro para mamíferos y el ambiente. Por ser productos naturales, los insecticidas del neem son biodegradables, aunque hasta la fecha solo dos han sido aprobados: el Margasan O., (cuyo nombre proviene de "margosa",

uno de los nombres comunes del neem), y la MK Azatina producida por AgriDyne Technologies(15).

La propagación de las plantas es una ocupación fundamental de la humanidad, teniendo sus inicios probablemente cuando el hombre antiguo aprendió a sembrar y a cultivar ciertas clases de plantas que satisfacían sus necesidades nutritivas y las de sus animales. A medida que avanzó la civilización, se fue añadiendo a la diversidad de plantas otros cultivos, no sólo alimenticios sino aquellos que le proporcionaban fibras, medicinas, ocasión de recreación y ornato. De la gran diversidad de plantas, el hombre ha seleccionado aquellas que le han sido más útiles para su bienestar(13).

En la época actual, el mejoramiento de plantas ha sido precedido por un gran progreso en la selección de las mismas. Así al paso del tiempo algunas plantas fueron evolucionando a "tipos" que diferían por completo de sus ancestros silvestres, sin embargo, ésta serie de procesos hubieran carecido de importancia, a menos que simultáneamente, se dispusiera de métodos para mantener en cultivo a las plantas seleccionadas y mejoradas con lo que originó así la invención y descubrimiento de los métodos de propagación de plantas(6).

Las plantas superiores se reproducen de manera natural por semillas, una de las características de la producción por semilla es la variación que puede existir dentro de un grupo de plántulas, sin embargo, la propagación de plantas cultivadas requiere que durante la reproducción de la semilla se controle la variabilidad, pues de otra manera puede perderse el valor del cultivar. El neem inicia su producción de frutos (los cuales contienen la semilla) a los 4 ó 5 años y se estabiliza a los 10. Después se obtienen de 30 a 40 kg de frutos anualmente(3).

2.2.5. La propagación vegetativa.

El neem también puede propagarse por estacas, lo que requiere un tiempo de 6 meses a un año para poder plantarse. Puede propagarse por medio de acodos tratados con IBA o NAA mezclados con lanolina al 0.1%, de esta manera desarrollan raíces satisfactoriamente, aun cuando se desconocen los tratamientos adecuados para su uso comercial. En trabajos que

se han realizado con el apoyo de personal de INIFAP Costa, se han manejado diferentes variables para la propagación vegetativa(15).

2.2.6. Tipos de estacas.

Las estacas casi siempre se hacen de las porciones vegetativas de la planta, como los tallos, los tallos modificados (rizomas, tubérculos, cormos y bulbos) las hojas o las raíces. Se pueden hacer diversos tipos de estacas que se clasifican de acuerdo con la parte de la cual proceden; estacas de tallo, estacas de hoja, estacas de hoja y yema, y estacas de raíz. A su vez, las estacas de tallo de acuerdo con su consistencia pueden ser: de madera dura, semidura, suave y herbáceas(16).

2.2.6.1. Factores que influyen en el enraizado de estacas.

El enraizado puede ser favorecido o estimulado por los siguientes factores:

- **Estado nutricional de la estaca.** - Se refiere al hecho de que las estacas de madera leñosa o del crecimiento del año anterior son las más bien nutridas y por ende las más fáciles de enraizar que las semileñosas o sea basales del crecimiento del año en curso y algo semejante ocurre con las tiernas o brotes apicales que no tienen reservas alimenticias(17).
- **Medio enraizante.** - En general se puede decir que entre suelto sea el medio enraizante es relativamente más fácil la emisión de las raíces. son una mezcla o compuestos de materiales activos y/o inertes, los mismos que son usados como medios de propagación de algunas especies vegetales. Los sustratos están formados por fragmentos de diferentes materiales, resultando en un complejo de partículas de materiales rocosos y minerales característicos(18).
- **Ácido indolbutírico y cofactor ES.**-Casi todas las auxinas producen efecto enraizante, pero más en particular el ácido indolbutírico (AIB), existen además enzimas como Rutin o algunos carbohidratos como el azúcar que tienen un efecto favorable en la emisión de raíces, éstos fitoreguladores y sustancias en general se usan comúnmente en estacas

semileñosas y tiernas, mientras que poco en las leñosas. El uso de esta hormona es relativamente reciente, y a cada momento se publican resultados en todas partes del mundo de pruebas experimentales desarrolladas en el enraizamiento de esquejes con el uso de esta hormona(19).

- **Alta humedad relativa.**- Artificialmente puede provocarse una lluvia intermitente para simular lluvia y aumentar la humedad relativa, lo que en estacas semileñosas y alternas con hojas facilita la actividad del follaje y en consecuencia la emisión de las raíces. La temperatura cumple un papel importante para el desarrollo del tejido del callo, puesto que ningún callo se forma debajo de los 0 °C o arriba de los 40 °C(20).
- **Ubicación de las estacas.** -Generalmente la porción media del árbol es la más susceptible de enraizar, así como la porción media de la rama del árbol; debido a que las porciones apicales son más tiernas y las basales muy lignificadas, por ende, las porciones medias son las más recomendables(21).
- **Posición de la estaca.** -Entre más horizontal se encuentre ésta, es más fácil la brotación radical y aérea debido a la menor resistencia o dificultad para el ascenso de la savia; cabe aclarar que normalmente se siembran verticales o ligeramente horizontales para evitar dificultades al momento de la extracción de las estacas ya enraizadas(21).
- **Artillado.** - Dentro de la rama leñosa o semileñosas de un árbol, se pueden anillar las ramas removiendo exclusivamente la corteza de 3 a 5 cm de distancia permitiéndole así el ascenso de la savia más no así el descenso obstruyendo el paso de nutrientes y acumulándose entonces en la parte superior de dichos cortes, que al ser las estacas desprendidas o separadas de la planta ligeramente por debajo del anillado a los 15 a 30 días, nos permite tener más reservas alimenticias para el momento de enraizar(17).
- **Factores climáticos.** - Estos factores juegan un papel importante en la capacidad de curación y desarrollo de las raíces de los esquejes. Debido a que no tienen raíces, se debe retrasar el crecimiento en altura hasta que se desarrolle un sistema de raíces que lo balancee. Para que haya un óptimo crecimiento sin marchitamiento, debe existir un equilibrio entre la humedad, el agua, la temperatura y la luz solar. La remoción de las hojas debe de ser mínima, ya que, cuanto mayor sea el área foliar turgente, más práctica

se tornará para la producción de hormonas y carbohidratos. Una baja temperatura del aire retarda la respiración y el crecimiento en altura. Con una humedad relativa alta se requiere menos agua, por lo tanto, se absorberá el dióxido de carbono en las hojas, se producirá la fotosíntesis y se obtendrán los carbohidratos y las hormonas necesarias(17).

2.2.7. Uso de hormonas en la propagación.

2.2.7.1. Auxinas.

Las fitohormonas más estudiadas siendo el ácido indolacético la forma más abundante, se originan en los ápices de la planta principalmente tallo y determinan el crecimiento de la planta por alargamiento de las células que previamente han acumulado gran cantidad de agua; además de esta hormona existen: Citoquininas, Giberelinas, Etileno, Acido Abscísico. Las auxinas más importantes estudiadas son el Ácido Naftilacético (ANA) y el Ácido indolbutírico (AIB)(22).

Las funciones de las auxinas son las siguientes: Inhiben el crecimiento de la yema apical que produce el alargamiento del tallo; provoca la activación del meristemo secundario que origina el aumento de grasas del tallo; estimula el crecimiento de las raíces de los esquejes lo que favorece el desarrollo de nuevas plantas; favorece la maduración de los frutos y se emplea en árboles frutales para evitar la caída de esos frutos e intervienen en los tropismos(22).

2.2.7.2. Ácido indolbutírico (AIB).

Producto de síntesis, tiene una débil actividad auxínica en general, pero una excelente acción rizógena. Sin embargo, el AIB es probablemente el mejor material para uso masivo debido a que no es tóxico para las plantas en una amplia gama de concentraciones y es efectivo para estimular el enraizamiento de un gran número de especies de plantas. Los sistemas de enzimas destructores de auxinas la destruyen en forma relativamente lenta, además se desplaza muy poco, se retiene cerca del sitio de aplicación y es fotoestable La mayoría de las especies forestales enraízan bien con dosis de 0.2% a 0.3% de AIB, aunque algunas pueden requerir dosis mayores o menores(22).

El AIB es metabolizado lentamente, y una hormona persistente es más eficaz como estimulante de la formación de raíces, debido a que es retenida cerca del sitio de aplicación por su baja solubilidad y desplazamiento lento. Esta auxina es uno de los mejores estimuladores del enraizamiento debido a que produce raíces adventicias fuertes y fibrosas, con crecimiento rápido(23).

2.2.7.3. Ácido naftalenacético (ANA).

Es obtenido por síntesis, tiene una gran actividad auxínica general y rizógena. Es bastante estable y es ligeramente más tóxico para la planta que el AIB. Su empleo es más delicado, porque el margen entre el umbral de su actividad y el umbral de su toxicidad es más pequeño(16).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

Esta investigación se la realizó en la finca experimental “La María” perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos, geo referenciada a 01°06’ de latitud sur y 79°29’ de longitud oeste, a 75 msnm(24).El tiempo de duración fue de 4 meses, desde Marzo hasta Julio del 2017.

Tabla1. *Condiciones agroclimáticas de la zona donde se realizó en estudio.*

| Parámetros | Promedios |
|---|------------------------|
| Temperatura promedio (°C) | 25.3 |
| Humedad relativa (%) | 82.0 |
| Heliofanía (horas luz/año ⁻¹) | 1041 |
| Precipitación (mm/año ⁻¹) | 3229.3 |
| Suelo | Areno-Limoso-Arcilloso |

Fuente:(25).

3.2. Tipo de investigación.

La investigación desarrollada se desenvuelve bajo la línea de investigación dentro de la división ambiental N° 9: Estudio, mejora genética y silvicultura de especies forestales y florísticas nativas y exóticas, en el trópico húmedo ecuatoriano.

3.2.1. Investigación de campo.

La investigación se desarrolló bajo condiciones de invernadero. El material vegetativo se obtuvo de la parte apical de las ramas, seleccionándolas con una longitud de 15 cm y grosor no menor a 0.5 cm. La desinfección de las estacas se realizó sumergiéndolas en una solución fungicida comercial por 15 minutos las cuales fueron sembradas en camas con sustrato a base de arena de río, previamente desinfectado con una solución fungicida, impregnando la base de la estaca con la hormona ANA y AIB de acuerdo a la distribución de los tratamientos.

3.3. Métodos de investigación.

Los métodos de investigación aplicados al presente ensayo están basados en la evaluación del material vegetativo y su respuesta fisiológica a la aplicación de hormonas ANA y AIB.

3.1.1. Método de observación.

El empleo de esta metodología permite apreciar cada uno de los sucesos que ocurre durante el ensayo, es decir, se logró verificar los cambios que ocurren en el metabolismo vegetal que dan lugar a la formación de raíces a partir de un cayo axilar, en respuesta directa a la presencia de las auxinas sobre las células meristemáticas.

3.1.2. Método deductivo.

Al aplicar el método deductivo se logró estructurar ideas sobre la investigación, sistematizándolas y dando lugar a la estructuración de la parte teórica, empleando información de fuentes verificadas.

3.1.3. Método inductivo.

Partiendo de la diferenciación directa de los fenómenos ocurridos y su posterior análisis e interpretación, el empleo de esta metodología junto con el análisis estadístico, permitió sintetizar toda esta información para llegar a las conclusiones generales de este trabajo de investigación.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

Las fuentes de recopilación de información fueron compuestas por fuentes primarias, las cuales son conformadas por los datos obtenidos de las plántulas mediante su observación directa y registro de la información, mientras que las fuentes secundarias estuvieron conformadas por la revisión de literatura, la misma que se reforzara con la selección de información de revistas científicas indexadas, libros, tesis de pre y posgrado y sitios web de categoría científica.

3.5. Diseño de la investigación.

Para la presente investigación se empleó un diseño completamente al azar, evaluándose cuatro concentraciones de las hormonas enraizantes más un tratamiento testigo sin el empleo de hormonas, obteniendo así cuatro tratamientos con 4 repeticiones cada uno. Los tratamientos evaluados se pueden observar en la tabla 2.

El modelo matemático que responde al diseño seleccionado se presenta a continuación.

(Ecuación 1)

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} es la variable de respuesta

μ es la media general

τ_i es el efecto i -ésimo de los tratamientos

ϵ_{ij} es el error experimental

Tabla 2. *Tratamientos evaluados.*

| Tratamiento | Descripción | Repeticiones | Estacas |
|---|---|--------------|---------|
| T1 | Sin hormona enraizante | 4 | 40 |
| T2 | 1000 mg kg ⁻¹ ANA + 1000 mg kg ⁻¹ AIB | 4 | 40 |
| T3 | 1500 mg kg ⁻¹ ANA + 1500 mg kg ⁻¹ AIB | 4 | 40 |
| T4 | 2000 mg kg ⁻¹ ANA + 2000 mg kg ⁻¹ AIB | 4 | 40 |
| Total de unidades experimentales | | 16 | 160 |

Cada unidad experimental estuvo conformada de 10 plantas obteniendo así un conjunto de 160 plantas para el efecto de la presente investigación.

3.6. Instrumentos de investigación.

3.6.1. Variables estudiadas.

Las variables evaluadas permitieron conocer la respuesta fisiológica de las estacas de Neem, empleando hormonas sintéticas para inducir su enraizamiento. Estos parámetros se presentan a continuación.

3.6.1.1. Longitud de la raíz mayor.

La longitud de la raíz se evaluó tomando como referencia el cuello de la raíz, registrando la longitud de la raíz más larga que presente la plántula con la ayuda de una hoja milimetrada a los 45 días de la siembra.

3.6.1.2. Número de raíces.

Se contabilizaron las raíces que brotaron desde la estaca a los 45 días de la siembra.

3.6.1.3. Porcentaje de enraizamiento.

Esta variable indica el porcentaje de plántulas que presentaron enraizamiento sobre el conjunto total de estacas, para lo cual se empleó la siguiente fórmula:

(Ecuación 2)

$$E = \frac{\textit{estacas totales} - \textit{estacas no enraizadas}}{\textit{estacas totales}} \times 100$$

El porcentaje obtenido a los 45 días después de la siembra se registró de acuerdo a los tratamientos evaluados.

3.6.1.4. Número de brotes.

Se contabilizaron el número de brotes que se obtengan a los 30 y 45 días de evaluación de acuerdo a los tratamientos evaluados.

3.6.1.5. Longitud de los brotes.

Para esta variable se registró la longitud de los brotes obtenidos con la ayuda de un calibrador pie de rey, desde la base de la inserción en la estaca hasta el ápice.

3.6.2. Tratamientos de los datos.

En la presente investigación se realizó un análisis de la varianza para el tratamiento de los datos, mientras que para la comparación entre medias de los tratamientos se empleó la prueba de Tukey, con una probabilidad del 5% ($p \leq 0.05$).

Tabla 3. *Análisis de la varianza.*

| Fuente de variación | | Grados de libertad |
|----------------------------|--------|---------------------------|
| Tratamiento | t-1 | 3 |
| Error | t(r-1) | 12 |
| Total | t*r-1 | 15 |

Elaboración: Autor.

3.7. Recursos humanos y materiales.

3.7.1. Recursos humanos.

Para la presente investigación resultó indispensable el empleo de recurso humano calificado, como es el caso del Ing. Rommel Arturo Ramos Remache, en calidad de docente tutor y la Srta. Vanessa Karina Loor Aimacaña como la autora de la presente investigación y al grupo de voluntarios de Machete y Garabato como Luis Paredes y Valeria Bastidas.

3.7.2. Materiales.

Los materiales empleados dentro de esta investigación se presentan a continuación.

- Arena de río
- Plástico de invernadero transparente
- Zarán
- Caña guadúa
- Machete
- Clavos
- Martillo
- Pala
- Atomizador de mano
- Material vegetativo (varetas de Neem)
- Hormonas enraizantes(ANA y AIB)
- Equipos de laboratorio (balanza analítica, estufa secador, pinzas, espátula, vaso de precipitación 20 ml, cajas petri, guantes quirúrgicos, talco sin olor, alcohol)

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusión.

4.1.1. Promedio de estacas enraizadas.

Según el análisis de varianza de la variable de Número de estacas enraizadas de neem (Anexo 1), no existió significancia estadística ($p > 0.05$). La prueba de Tukey indicó que todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales con promedios que oscilaron entre 4.75 y 9.25 estacas enraizadas, como se puede observar en la Tabla 4. El coeficiente de variación fue del 22.32%.

Tabla 4. Promedio de estacas enraizada registradas en el cantón Mocache, 2017.

| N° | Tratamientos | Promedio |
|-----------|---------------------------|----------|
| T1 | Sin hormona enraizante | 4.75 a |
| T2 | 1000ppm ANA + 1000ppm AIB | 9.25 a |
| T3 | 1500ppm ANA + 1500ppm AIB | 8.50 a |
| T4 | 2000ppm ANA + 2000ppm AIB | 6.00 a |
| \bar{X} | | 7.12 |
| C.V. % | | 22.32 |

\bar{X} : Media general; C.V.: Coeficiente de variación.

Elaboración: Autora.

Estos resultados demuestran que a mayor concentración hormonal el número de estacas enraizadas disminuye, sin embargo, investigaciones realizadas por Carranza *et al.*, (26) en Laurel (*cordia alliodora*) demostraron que la dosis de 1000ppm ANA + 1000ppm AIB y 1500ppm ANA + 1500ppm AIB obtuvieron el mayor número de brotes epicórmicos enraizados con 7.5 y 8.2 respectivamente.

En otras investigaciones realizadas por Castrillón *et al.*, (27) el empleo de hormonas enraizantes permiten mejorar la capacidad rizogénica de las estacas, así como su viabilidad durante la formación y desarrollo de las raíces adventicias independientemente del sustrato empleado para el efecto, como se demuestra en investigaciones realizadas en agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) donde el empleo de auxinas (ANA, AIB y AIA) en

diferentes concentraciones permitió su enraizamiento y mejoramiento de la viabilidad de las estacas.

4.1.2. Raíces emitidas.

El análisis de varianza en la variable de número de raíces emitidas el (Anexo 2) permitió determinar que no existió significancia estadística ($p > 0.05$). El test de Tukey estableció que los tratamientos fueron estadísticamente similares, con medias que oscilaron entre 3.0 y 2.25 raíces emitidas como se puede observar en la Tabla 5. El coeficiente de variación fue de 14.09.

Tabla 5. Promedio de raíces emitidas registradas en el cantón Mocache, 2017.

| Tratamiento | | Promedio |
|-------------|---------------------------|----------|
| T1 | Sin hormona enraizante | 2.25 a |
| T2 | 1000ppm ANA + 1000ppm AIB | 3.00a |
| T3 | 1500ppm ANA + 1500ppm AIB | 3.00a |
| T4 | 2000ppm ANA + 2000ppm AIB | 2.25 a |
| \bar{X} | | 2.65 |
| C.V. | | 14.09 |

\bar{X} : Media general; C.V.: Coeficiente de variación.

Elaboración: Autora.

Los resultados demostraron que no existieron diferencias entre las dosis evaluadas, con un promedio general de 2.65 raíces emitidas. Estos resultados difieren a los obtenidos por Cruz *et al.*, (28) en sus investigaciones donde evaluaron el empleo de hormonas enraizantes en la propagación vegetativa de fernansánchez (*Triplaris guayaquilensis*) obteniendo un promedio de 5.00 raíces emitidas empleando 500ppm ANA+500ppm AIB, en comparación con mayores dosis de hormonas.

4.1.3. Longitud de la raíz mayor.

El análisis de varianza para la variable de la longitud de la raíz mayor en el (Anexo 3) determinó que existió significancia estadística ($p < 0.05$). La prueba de Tukey estableció que los tratamientos T2.1000ppm ANA + 1000ppm AIB y T3. 1500ppm ANA + 1500ppm AIB superaron a los demás tratamientos con 10.17 y 8.11 cm de longitud de la raíz mayor, respectivamente; estos valores pueden ser observados en la tabla 6. El coeficiente de variación obtenido fue de 17.78%.

Tabla 6. Longitud de la raíz mayor registrados en el enraizamiento de estacas de *Neem*, en el cantón Mocache, 2017.

| Tratamiento | | Promedio |
|-------------|---------------------------|----------|
| T1 | Sin hormona enraizante | 3.69 b |
| T2 | 1000ppm ANA + 1000ppm AIB | 10.17 a |
| T3 | 1500ppm ANA + 1500ppm AIB | 8.11 ab |
| T4 | 2000ppm ANA + 2000ppm AIB | 2.92b |
| \bar{X} | | 6.22 |
| C.V. | | 17.78 |

\bar{X} : Media general; C.V.: Coeficiente de variación.

Elaboración: Autora.

Esta variable presentó un comportamiento similar al número de estacas enraizadas donde el tratamiento T2 1000ppm ANA+1000ppm AIB obtuvo una mayor longitud en comparación con las demás dosis evaluadas. Este comportamiento difiere al obtenido por Poliszulket *al.*,(29) en investigaciones donde se evaluó el efecto de distintos tratamientos hormonales en la inducción de raíces en estacas de Olivo negro *Bucida buceras*, obteniendo mayores longitudes al emplear dosis elevadas de 6000ppm ANA y 8000 ppm AIB, con 8.8cm y 9.21 cm respectivamente en comparación con el T1 sin hormona enraizante que logró 4.9 cm de longitud.

Estos resultados concuerdan con los datos publicados por Cruz *et al.*, (28), quienes en sus investigaciones en propagación vegetativa de fernansánchez (*Triplaris guayaquilensis*), alcanzaron longitudes de raíz de hasta 17.67 cm empleando dosis de 1000 ppm

ANA+1000ppmAIB, siendo esta superior al testigo con 10.7cm y a dosis de 1500 y 2000 ppm alcanzando longitudes de 11.2 y 10.97 cm respectivamente.

4.1.4. Peso seco de la raíz.

El análisis de varianza aplicado en esta variable peso seco de la raíz (Anexo 4) permitió determinar que existió significancia estadística. La prueba de Tukey demostró que el tratamiento T2. 1000ppm ANA + 1000ppm AIB superó estadísticamente a los demás tratamientos con un promedio de 0.175 g, el tratamiento que presentó el menor promedio de masa seca fue el T1 sin hormona enraizante con 0.022g. Estos valores pueden verificarse en la Tabla 7. El coeficiente de variación obtenido fue de 74.95 %.

Tabla 7. *Peso seco de las raíces obtenidas durante el proceso de enraizamiento de Neem en el cantón Mocache, 2017.*

| Tratamiento | | Promedio (g) |
|-------------|---------------------------|--------------|
| T1 | Sin hormona enraizante | 0.022 b |
| T2 | 1000ppm ANA + 1000ppm AIB | 0.175 a |
| T3 | 1500ppm ANA + 1500ppm AIB | 0.089 ab |
| T4 | 2000ppm ANA + 2000ppm AIB | 0.040 ab |
| \bar{X} | | 0.082 |
| C.V. | | 74.95 |

\bar{X} : Media general; C.V.: Coeficiente de variación.

Elaboración: Autora.

El tratamiento T21000ppm ANA+1000ppm AIB alcanzó un mayor peso de materia seca en comparación con los demás tratamientos evaluados. Resultado que concuerda con los promedios obtenidos por Hernández *et al.*,(30), quienes en sus investigaciones al propagar esquejes de caña flecha (*Gynerium sagittatum* Aubl) alcanzaron pesos secos de la raíz que fluctuaron entre 1.63 y 1.79 gramos, este último obtenido bajo la dosis de 400 ppm de ANA+AIB. Este mismo autor señala que existe correspondencia entre la longitud de la raíz mayor y la masa seca de la raíz en respuesta al aumento de la superficie foliar lo que permite una mayor producción de fotosintatos destinados a la formación y desarrollo del sistema radicular.

4.1.5. Porcentaje de enraizamiento.

El análisis de la varianza en esta variable porcentaje de enraizamiento (Anexo 5) a los 30 y 45 días de evolución presentaron significancia estadística ($p < 0.05$). La prueba de Tukey demostró que los tratamientos evaluados a los 30 días difieren estadísticamente obteniendo medias de enraizamiento entre 92.50 y 46.75%; los tratamientos T2.1000ppm ANA + 1000ppm AIB y T3. 1500ppm ANA + 1500ppm AIB presentaron los mayores promedios, con 92.50 y 85.00%, en su orden; de igual manera ocurre a los 45 días con estos dos tratamientos que presentaron promedios de 65.00% y 60.00%, respectivamente (Tabla 8). Los coeficientes de variación obtenidos fueron de 25.55 y 34.85 para los 30 y 45 días, en su orden.

Tabla 8. *Porcentaje de enraizamiento a los 30 y 45 días de estacas de Neem, en el cantón Mocache 2017.*

| Tratamiento | | Enraizamiento (%) | |
|-------------|---------------------------|-------------------|----------|
| | | 30 días | 45 días |
| T1 | Sin hormona enraizante | 46.75 b | 33.25 ab |
| T2 | 1000ppm ANA + 1000ppm AIB | 92.50 a | 65.00 a |
| T3 | 1500ppm ANA + 1500ppm AIB | 85.00 a | 60.00 a |
| T4 | 2000ppm ANA + 2000ppm AIB | 75.00 ab | 25.00 b |
| \bar{X} | | 74.81 | 45.81 |
| C.V. | | 7.26 | 10.28 |

\bar{X} : Media general; C.V.: Coeficiente de variación.

Elaboración: Autora.

Estos resultados difieren con los datos expuestos por Oliva (31), quien en su investigación al evaluar el efecto de hormonas auxínicas y la temperatura en el enraizamiento de estacas de *Myrciariadubia*, HBK determinó que los mayores porcentajes de enraizamientos se obtuvieron a los 90 días en promedio de evaluación, en este caso, empleando dosis de 200 ppm de ANA+AIB.

De la misma forma, Ramos *et al.*,(12), en su investigación corrobora los resultados alcanzados en el presente proyecto de investigación, al evaluar el porcentaje de

enraizamiento de brotes de moral fino (*Chlorophoratinctoria*L. Gaud) donde obtuvo el mayor porcentaje de enraizamiento empleando la dosis de 1000ppm ANA+AIB con el 83,30% respectivamente a los 30 días de evaluación (13).

4.1.6. Porcentaje de mortalidad.

Los datos de mortalidad obtenidos y sometidos al análisis de varianza (Anexo 6) demostraron que existió significancia estadística ($p < 0.05$) La prueba de Tukey permitió determinar que los tratamientos evaluados difieren estadísticamente entre sí, se destacaron los tratamientos T2.1000ppm ANA + 1000ppm AIB y T3. 1500ppm ANA + 1500ppm AIB con 35.00 y 40.00%, respectivamente (Tabla 9). El coeficiente de variación obtenido fue de 11.20.

Tabla 9. Porcentaje de mortalidad de las estacas de *Neem* enraizadas en el cantón Mocache, 2017.

| Tratamiento | Mortalidad (%) |
|------------------------------|----------------|
| T1 Sin hormona enraizante | 70.00ab |
| T2 1000ppm ANA + 1000ppm AIB | 35.00c |
| T3 1500ppm ANA + 1500ppm AIB | 40.00bc |
| T4 2000ppm ANA + 2000ppm AIB | 75.00a |
| \bar{X} | 55.00 |
| C.V. | 11.20 |

\bar{X} : Media general; C.V.: Coeficiente de variación.

Elaboración: Autora.

El mayor porcentaje de mortalidad se obtuvo al emplear la mayor concentración de hormonas, mientras que la menor mortalidad se logró con la concentración de 1000ppmANA+1000ppm AIB. Estos resultados se muestran similares a los obtenidos por Curco(32), en su investigación, donde al enraizar estacas de estevia(*Rebaudianabertony*) con el empleo de hormonas ANA y AIB en dosis de 1000,2000 y 3000ppm, siendo esta última concentración la que registró una mayor tasa de mortalidad.

4.1.7. Número de brotes por estaca.

Según el análisis de varianza, para esta variable número de brotes por estaca se evaluó a los 30 y 45 días cuyos valores al ser sometidos al análisis de varianza respectivos (Anexo 7) se evidencio significancia estadística ($p < 0.05$) para ambos periodos de evaluación. El test Tukey demostró que a los 30 días los tratamientos T2. 1000ppm ANA + 1000ppm AIB y T3. 1500ppm ANA + 1500ppm AIB, presentaron los mayores promedios respecto a los demás, con 1.66 y 1.37 brotes, respectivamente; de igual forma ocurrió a los 45 días con los mismos tratamientos que presentaron 1.67 y 1.41 brotes, en su orden. Estos valores pueden verificarse en la tabla 10. El coeficiente de variación obtenido fue de 13.12 y 18.83 para los 30 y 45 días de evaluación respectivamente.

Tabla 10. *Número promedio de brotes que se formaron por estaca enraizada en el cantón Mocache, 2017.*

| Tratamientos | | Numero de brotes | |
|--------------|---------------------------|------------------|---------|
| | | 30 días | 45 días |
| T1 | Sin hormona enraizante | 0.62b | 0.41b |
| T2 | 1000ppm ANA + 1000ppm AIB | 1.66 a | 1.67 a |
| T3 | 1500ppm ANA + 1500ppm AIB | 1.37 a | 1.41 a |
| T4 | 2000ppm ANA + 2000ppm AIB | 0.65 b | 0.33 b |
| \bar{X} | | 1.32 | 1.21 |
| C.V. | | 13.12 | 18.83 |

\bar{X} : Media general; C.V.: Coeficiente de variación.

Elaboración: Autora.

Se observa que el tratamiento 1000ppm ANA+1000ppm AIB presentó el mayor número de brotes por cada estaca enraizadas con 1.66 y 1.67 brotes a los 30 y 45 días respectivamente. Estos resultados concuerdan con los datos obtenidos por Curco (32), quien durante el proceso de enraizamiento de estevia(*Rebaudianabertony*) con hormonas AIB+ ANA, alcanzó 2.37 brotes por estacas al emplear una concentración de 1000ppm de ANA+AIB respectivamente, este promedio alcanzado fue superior al obtenido por mayores concentraciones hormonales y el tratamiento testigo.

Resultados similares se observaron en la investigación realizada por Vera (33), quien evaluó el enraizamiento de estacas de achotillo (*Nephelium lappaceum*L) empleando hormonas ANA y AIB, alcanzando un mayor número de brotes emitidos al emplear concentraciones de 2000ppm en comparación con dosis mayores (2500 y 3000ppm).

4.1.8. Longitud de brotes.

El análisis de varianza, en la variable longitud de brotes demostró que existió significancia estadística a los 30 y 45 días de evaluación ($p < 0.05$). La prueba de Tukey permitió establecer diferencias estadísticas entre los tratamientos a los 30 y 45 días de evaluación. El tratamiento que se destacó tanto a los 30 como a los 45 días fue el T3. 1500ppm ANA + 1500ppm AIB con promedios de 19.66 y 34.73 cm., respectivamente (Tabla 11). El coeficiente de variación fue de 9.51 y 9.85 para los 30 y 45 días de evaluación respectivamente.

Tabla 11. Longitud de brotes productivos por las estacas de *Neem* sometidas al proceso de enraizamiento en el cantón Mocache, 2017.

| Tratamiento | Longitud de brotes | |
|------------------------------|--------------------|----------|
| | 30 días | 45 días |
| T1 Sin hormona enraizante | 13.95 ab | 21.12 ab |
| T2 1000ppm ANA + 1000ppm AIB | 11.71 ab | 21.06 ab |
| T3 1500ppm ANA + 1500ppm AIB | 19.66 a | 34.73 a |
| T4 2000ppm ANA + 2000ppm AIB | 10.10 b | 11.00 b |
| \bar{X} | 13.86 | 21.97 |
| C.V. | 9.51 | 9.85 |

\bar{X} : Media general; C.V.: Coeficiente de variación.

Elaboración: Autora.

Se puede evidenciar que el tratamiento 1500ppm ANA+1500ppm AIB obtuvo la mayor longitud promedio de los brotes producidos, mientras que la menor longitud se registró con la mayor dosis evaluada (2000ppm), estos resultados concuerdan con los datos obtenidos por Veliz(34), durante el proceso de enraizamiento de varetas de pitahaya roja (*Hylocereos undatus*) empleando dosis de hormonas ANA y AIB de 0,3000,3500 y 4000

ppm, siendo la concentración de 3500ppm de ANA y AIB quien obtuvo los mayores promedios de longitud con 21.39 cm respectivamente.

4.1.9. Análisis económico.

Para el análisis económico del proyecto se determinaron los gastos que incurrieron durante el desarrollo de la investigación en el enraizamiento de las estacas de neem, mientras que los valores de ingresos fueron proyectados por la venta de las plantas que se obtuvieron gracias al enraizamiento. La relación beneficio/costo (Tabla 12), demuestra que los tratamientos T1 y T4 presentaron índices beneficio/costo relativamente bajo, con valores que oscilan entre 0.21 y 0.44 respectivamente, con índice de rentabilidad de -21.68 % y -44.44 %, mientras que los tratamientos T2 y T3 alcanzaron índices de 0.46 y 0.33 respectivamente, con índices de rentabilidad de 45.57% y 33.48% respectivamente, permitiendo alcanzar ganancias al emplear las dosis bajas de hormonas.

Tabla 12. Análisis económico del enraizamiento de estacas de *Neem* sometidas al proceso de enraizamiento en el cantón Mocache, 2017..

| Rubros | TRATAMIENTOS | | | |
|---------------------------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | Sin hormona | (1000 mg/kg ANA + 1000 mg/kg AIB) | (1500 mg/kg ANA + 1500 mg/kg AIB) | (2000 mg/kg ANA + 2000 mg/kg AIB) |
| | USD | USD | USD | USD |
| Hormonas ANA | | 0.12 | 0.15 | 0.18 |
| Hormonas AIB | | 0.12 | 0.15 | 0.18 |
| Alcohol | | 0.14 | 0.14 | 0.14 |
| Talco | | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Recipientes | | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Costos variables | | 0.63 | 0.69 | 0.70 |
| Arena | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Piola | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| Vitavax | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| Plástico | 1.50 | 1.50 | 1.50 | 1.50 |
| Atomizador | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Guantes | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Jornales | 5.00 | 5.00 | 5.00 | 5.00 |
| Madera | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Costo fijo | 8.30 | 8.30 | 8.30 | 8.30 |
| Costo total | 8.30 | 8.93 | 8.99 | 9.00 |
| Plantas obtenidas | 13 | 26 | 24 | 10 |
| Precio/planta | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Total de ingresos | 6.50 | 13.00 | 12.00 | 5.00 |
| Beneficio neto | -1.80 | 4.07 | 3.01 | -4.00 |
| Relación beneficio costo | 0.21 | 0.46 | 0.33 | 0.44 |
| Rentabilidad | -21.68% | 45.57% | 33.48% | -44.44% |

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- La mejor concentración de hormonas enraizadoras fueron el T2 1000ppm ANA + 1000ppm debido a que permiten obtener un mayor porcentaje de enraizamiento y una mayor longitud y número de raíces.
- Las mencionadas concentraciones de hormonas enraizadoras permiten obtener plántulas con buena brotación y permite asegurar una baja tasa de mortalidad en la fase de aclimatación.
- La dosis de 1000 mg/kg de hormonas enraizantes permiten obtener una mayor relación beneficio costo y por ende una mayor rentabilidad comparada con la propagación sin empleo de hormonas, lo que genera ganancias al ser explotada a grandes escalas.

5.2. Recomendaciones.

Realizar investigaciones evaluando otras dosis de las hormonas enraizantes, entre 1000 y 1500 mg/kg, con el fin de establecer el comportamiento de esta especie y su respuesta a hormonas exógenas sintetizadas en laboratorio.

Evaluar otras formas de aclimatación de la especie, para reducir la tasa de mortalidad que es muy común en esta etapa.

Proponer nuevas investigaciones realizando la siembra de las estacas en fundas individuales y no en camas de enraizamiento, debido a que de esta manera la movilización y trasplante representa menor estrés a las plantas obtenidas.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Referencias bibliográficas.

1. Aguilera R, Cevallos F. Neen (*Azadirachta indica*) especie forestal materia prima para la industria artesanal de las comunidades agrícolas rurales del bosque tropical seco: caso provincia Santa Elena – Ecuador. Delos. 2015 Febrero; 8(22): p. 2-12.
2. Ledesma C, Ledesma W. Evaluación agronómica de plántulas de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss), en vivero utilizando cuatro tipos de sustratos y tres dosis de Root Most en el cantón Echeandia, provincia BOLÍVAR. Primera ed. Guaranda: Universidad Estatal de Bolívar; 2012.
3. Allan E, Stuchbury T, Mordue A. *Azadirachta indica* A. Juss (Neem tree), In vitro culture, micropropagation and production of azadirachtin and other secondary metabolites. In: Bajaj YPS (ed). 11-49. Biotechnol Agric For. 1999; 43.
4. Artigas M, y Fernandez R. Establecimiento del sistema de regeneración por embiogénesis somática de *Azadirachta indica* A. p. 73-83. Juss. Acta biol.Colomb.. 2015; 20(2).
5. Guerrón A, y Espinosa E. Evaluación de diferentes tipos de estacas al enraizamiento con la utilización de dos tipos de auxinas (ANA e IBA) con tres dosis para la producción de plantas de mora de castilla (*Rubus glaucus Benth*). Tesis Agropecuaria Tumbaco-Quito; 2015.
6. Hartman HTyDEK. Propagación de Plantas. C.E.C.S.A, 812 p. México; 1980.
7. Hidalgo M. Obtención del aceite de semilla de nim por extracción de gasolina natural; 2002.
8. Jotwani M.GaPS. Neem seed as protectant against scored grain pests infesting wheat seed. Pag. 160-164. Indian J. Entomo. 1965; 1(27).
9. Macías J. Propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB”. Quevedo; 2013.
10. Pillajo C. Estandarización de una metodología de multiplicación clonal de portainjertos de aguacate (*Persea americana Miller*). Tumbaco: UCE; 2013.

11. Morocho G. Propagación vegetativa de café robusta (*Coffea canephora*) utilizando polvos enraizantes, ácido indolbutírico (AIB), Y ácido naftalenacético (ANA) en diferentes concentraciones en Ventanas. Primera ed. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2015.
12. Ramos L, Cruz N, Morante J, Villacis O. Empleo de hormonas (ANA y AIB) estimuladoras del enraizamiento para la propagación vegetativa de *Chlorophora tinctoria* (L) Gaud(moral fino) en el litoral ecuatoriano. Foresta Veracruzana. 2006; 8(1): p. 9-12.
13. Reyes H. Adaptación y manejo del árbol del nim (*Azadirachta indica*) en la costa de Oaxaca. Ecosta Yutu Cuii. ; 1998.
14. Atri S, Prasad R. Studies on the pesticidal value of neem oil by products. Pestology. 1980; 4(1): p. 16-20.
15. Rodríguez E. Propagación in vitro del limón Mexicano Chapingo-México: Colegio de Posgraduados; 1986.
16. Soudre M, Mesen F, Del Castillo D, Guerra H. Memoria del curso internacional “Bases técnicas para la propagación vegetativa de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas” Pucallpa-Perú.: IIAP; 2008.
17. Stein U, Parrella MP. Seed extract shows promise in leafminer control. California Agriculture. 1985 Julio-Agosto; 1(1): p. 19-20.
18. Macías J. Comportamiento agronómico de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L) en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato Quevedo, Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2013.
19. Campoverde J. Efecto de dos hormonas enraizantes sobre estacas de cacao (*Theobroma cacao* L) de la variedad CCN-51 en la zona de Matilde Esther, en la provincia del Guayas Cumandá: Universidad Técnica de Ambato; 2017.
20. Jimenez J. Evaluación de tres tipos de injertos en chupones basales para la rehabilitación de parcelas improductivas de cacao (*Theobroma cacao* L) en Sapecho Alto Beni La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés; 2008.

21. Rosas J, Villanueva R, Magaña N. AIB y ANA en el enraizamiento de diferentes tipos de estacas de laurel (*Laurus nobilis L.*). ResearchGate. 2007 Octubre; 7(12): p. 172-179.
22. Torres J. Propagación in vitro y por estacas de tallo del nim (*Azadirachta indica*); 1997.
23. Valle E, Marin C, Morales G. Control de piojos (Anoplura) con aceite de nim (*Azadirachta indica a. Juss*) en caprinos del estado Falcón, Venezuela. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 2016 Septiembre; 24(1): p. 59-67.
24. INIAP. Información Agrometeorológica de la Finca Experimental "La María" INIAP DAd, editor. Quevedo: Estación Experimental Tropical Pichilingue; 2010-2015.
25. INAMHI. Anuario Meteorológico. 51st ed. Quito: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía; 2015.
26. Carranza M, Zorrilla M, Morante J, Prieto O, Veliz D, Escobar A. Inducción y enraizamiento de brotes epicórmicos de *Cardia alliadora* Ruiz Et Pavon, Oken. Revista Ciencia y Tecnología. 2016; 9(1): p. 37-43.
27. Castrillon JC, Carvajal E, Ligamereto G, Mognitskiy S. El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (*Vaccinium meridionale Swartz*) en diferentes sustratos. Revista Agronómica Colombiana. 2008; 26(1): p. 16-22.
28. Cruz N, Morante J, Acosta M. Propagación vegetativa de fernansanchez (*Triplaris guayaquilensis*) mediante la utilización de hormonas de enraizamiento (ANA y AIB). Revista Ciencia y Tecnología. 2008; 1(1): p. 7-10.
29. Poliszulk H, Silva W, Ferrer M, Betancourt E, Rivera G. Efecto de distintos tratamientos hormonales en la inducción de raíces adventicias en estacas apicales de Búcaro (*Bucida buceras*). Rev. Fac. Agron. LUZ. 1999; 16(1): p. 71-75.
30. Hernandez J, Aramendiz H, Cardona CE. Influencia del ácido naftalenacético sobre el enraizamiento de esquejes de caña flecha (*Gynerium sagittatum Aubl*). Revista Temas Agrarios. 2005; 10(1): p. 5-13.
31. Oliva C. Efecto de fitoreguladores enraizantes y la temperatura en el enraizamiento de estacas de (*Myrciaria dubia HBK*) Mc. Vaugh, camucamu arbustivo en Vcayali, Perú.

Revista Folia Amazónica. 2005; 14(2): p. 19-25.

32. Curco L. Propagación vegetativa de la estevia (*Rebaudia nabertony*) aplicando hormonas ANA y AIB. Primera ed. Quevedo: Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2012.
33. Vera G. Enraizamiento de estacas de achotillos (*Nephelium lappaceum L.*) mediante la aplicacion de ácido naftalenacético ANA y ácido indolbutírico AIB. Primera ed. Quevedo: Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2017.
34. Veliz C. Hormonas ANA y AIB para la propagación asexual en esquejes de la pitahaya roja (*Hylocereos undatus*). Primera ed. Quevedo: Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2017.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

7.1. Anexo 1.

7.1.1. Anexo 1.1. Análisis de varianza correspondiente a la variable número de estacas enraizadas (NEE) de Neem empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB, en el cantón Mocache, 2017.

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|-----------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|----------------------|
| Tratamiento | 3 | 53.25 | 17.75 | 3.20 | 0.0621 ^{NS} |
| Error | 12 | 66.50 | 5.54 | | |
| Total correcto | 15 | | | | |

NS: No significativo; * Significativo $P \leq 0.05$; ** Significativo $P \leq 0.01$; *** Significativo $P \leq 0.0001$

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO SAS,

ELABORACIÓN: AUTORA

7.1.2. Anexo 1.2. Análisis de varianza correspondiente a la variable número de raíces emitidas (NRE) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB en el cantón Mocache, 2017.

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|-----------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|----------------------|
| Tratamiento | 3 | 2.25 | 0.75 | 2.57 | 0.1029 ^{NS} |
| Error | 12 | 3.50 | 0.2916 | | |
| Total correcto | 15 | 5.75 | | | |

NS: No significativo; * Significativo $P \leq 0.05$; ** Significativo $P \leq 0.01$; *** Significativo $P \leq 0.0001$

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO SAS,

ELABORACIÓN: AUTORA

7.1.3. Anexo 1.3. Análisis de varianza correspondiente a la variable promedio de longitud de la raíz mayor (LONGRCM) de Neem empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB en el cantón Mocache, 2017.

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|-----------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| Tratamiento | 3 | 145.97 | 48.66 | 7.42 | 0.0045* |
| Error | 12 | 78.70 | 6.55 | | |
| Total correcto | 15 | 224.68 | | | |

7.1.4. Anexo 1.4. Análisis de varianza correspondiente a la variable peso seco de la raíz de Neem (MSCRAIZ) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB en el cantón Mocache, 2017.

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|-----------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| Tratamiento | 3 | 0.056 | 0.0186 | 4.04 | 0.0337* |
| Error | 12 | 0.055 | 0.0046 | | |
| Total correcto | 15 | 0.1115 | | | |

NS: No significativo; * Significativo $P \leq 0.05$; ** Significativo $P \leq 0.01$; *** Significativo $P \leq 0.0001$

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO SAS,

ELABORACIÓN: AUTORA

7.1.5. Anexo 1.5. Análisis de varianza correspondiente a la variable porcentaje de enraizamiento de estacas de Neem a los 30 días (PENR30) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB en el cantón Mocache, 2017.

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|-----------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| Tratamiento | 3 | 4816.687 | 1605.56 | 5.77 | 0.0111* |
| Error | 12 | 3341.75 | 278.47 | | |
| Total correcto | 15 | 8158.437 | | | |

NS: No significativo; * Significativo $P \leq 0.05$; ** Significativo $P \leq 0.01$; *** Significativo $P \leq 0.0001$

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO SAS,

ELABORACIÓN: AUTORA

7.1.6. Anexo 1.6. Análisis de varianza correspondiente a la variable porcentaje de enraizamiento de estacas de Neem a los 45 días (PENR30) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB en el cantón Mocache, 2017.

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|-----------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| Tratamiento | 3 | 4641.687 | 1547.229 | 6.48 | 0.0074** |
| Error | 12 | 2866.75 | 238.895 | | |
| Total correcto | 15 | 7508.437 | | | |

NS: No significativo; * Significativo $P \leq 0.05$; ** Significativo $P \leq 0.01$; *** Significativo $P \leq 0.0001$

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO SAS,

ELABORACIÓN: AUTORA

7.1.7. Anexo 1.7. Análisis de varianza correspondiente a la variable mortalidad de las varetas de Neem (MORT) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB, en el cantón Mocache, 2017.

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|-----------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| Tratamiento | 3 | 5000 | 1666.66 | 6.67 | 0.0067** |
| Error | 12 | 3000 | 250 | | |
| Total correcto | 15 | 8000 | | | |

NS: No significativo; * Significativo $P \leq 0.05$; ** Significativo $P \leq 0.01$; *** Significativo $P \leq 0.0001$

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO SAS,

ELABORACIÓN: AUTORA

7.1.8. Anexo 1.8. Análisis de varianza correspondiente a la variable número de brotes de las estacas de Neem (BROPL30) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB a los 30 días, en el cantón Mocache, 2017.

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|-----------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| Tratamiento | 3 | 2.6472 | 0.8824 | 13.18 | 0.0004** |
| Error | 12 | 0.8035 | 0.0669 | | |
| Total correcto | 15 | 3.45 | | | |

NS: No significativo; * Significativo $P \leq 0.05$; ** Significativo $P \leq 0.01$; *** Significativo $P \leq 0.0001$

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO SAS,

ELABORACIÓN: AUTORA

7.1.9. Anexo 1.9. Análisis de varianza correspondiente a la variable número de brotes de las estacas de Neem (BROPL45) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB a los 45 días, en el cantón Mocache, 2017.

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|-----------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| Tratamiento | 3 | 2.4727 | 0.8242 | 6.80 | 0.0063** |
| Error | 12 | 1.4556 | 0.1213 | | |
| Total correcto | 15 | 3.9283 | | | |

NS: No significativo; * Significativo $P \leq 0.05$; ** Significativo $P \leq 0.01$; *** Significativo $P \leq 0.0001$

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO SAS,

ELABORACIÓN: AUTORA

7.1.10. Anexo 1.10. Análisis de varianza correspondiente a la variable longitud de los brotes de las estacas de Neem (LONGB30) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB a los 30 días, en el cantón Mocache, 2017.

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|-----------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|------------------|
| Tratamiento | 3 | 209.55 | 69.85 | 3.79 | 0.0402* |
| Error | 12 | 221.28 | 18.44 | | |
| Total correcto | 15 | 430.83 | | | |

NS: No significativo; * Significativo $P \leq 0.05$; ** Significativo $P \leq 0.01$; *** Significativo $P \leq 0.0001$

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO SAS,

ELABORACIÓN: AUTORA

7.1.11. Anexo 1.11. Análisis de varianza correspondiente a la variable longitud de los brotes de las estacas de Neem (LONGB45) empleando hormonas de enraizamiento ANA y AIB a los 45 días, en el cantón Mocache, 2017.

| Fuente | DF | Suma de cuadrados | Cuadrado de la media | F-Valor | Pr > F |
|-----------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|----------------|----------------------|
| Tratamiento | 3 | 529.08 | 176.36 | 2.65 | 0.0963 ^{ns} |
| Error | 12 | 798.02 | 66.50 | | |
| Total correcto | 15 | 1327.10 | | | |

NS: No significativo; * Significativo $P \leq 0.05$; ** Significativo $P \leq 0.01$; *** Significativo $P \leq 0.0001$

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO SAS,

ELABORACIÓN: AUTORA

7.2. Anexo 2.



Imagen 1. Construcción del micro túnel de madera para sostener las camas con los respectivos tratamientos.



Imagen 2. Colocación de arena de río como sustrato, y azarización de los tratamientos en las camas experimentales



Imagen 3. Desinfección del sustrato de arena de río y cama con cal y vitavax.



Imagen 4. Elaboración de las hormonas de enraizamiento ANA y AIB, en el laboratorio de Biotecnología de la UTEQ.



Imagen 5. Secado solar de las hormonas enraizantes con sus respectivas concentraciones.



Imagen 6. Recolecta y selección de las varetas semileñosas de Neem.



Imagen 7. Siembra directa de las varetas de Neem de impregnadas en la base con las hormonas ANA Y AIB, con su respectivo tratamiento y repetición.



Imagen 8. Cierre del micro túnel por 30 días.



Imagen 9. Primer toma de datos 30 días. Variables: longitud de brotes y porcentaje de varetas vivas.



Imagen 10. Periodo de climatización partir de los 30 días.



Imagen 11. Longitud de la raíz mayor, Porcentaje de enraizamiento, porcentaje de mortalidad. A los 45 días.



Imagen 12. Segunda toma de datos, a los 45 días, longitud y el número de brotes y varetas vivas.

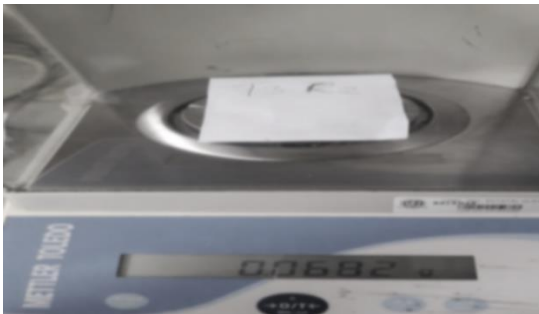


Imagen 13. Peso de la muestra.



Imagen 14. Ingreso del material en la estufa a 60°C por 24 horas.



Imagen 15. Análisis de datos en el laboratorio de bromatología de la UTEQ.



Imagen16. Finalización del trabajo de investigación.