



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

Proyecto de Investigación previo a
la obtención del título de Ingeniera
Agropecuaria.

Título del Proyecto de Investigación:

**“ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE ACHOTILLO (*Nephelium lappaceum* L.)
MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÁCIDO NAFTALENACÉTICO (ANA) Y ÁCIDO
INDOLBUTÍRICO (AIB).”**

Autora:

Vera Estacio Gina Elizabeth

Directora:

Dra. Diana Vasco Mora

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **GINA ELIZABETH VERA ESTACIO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado 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 trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Gina Elizabeth Vera Estacio
C.C. # 120650362-3

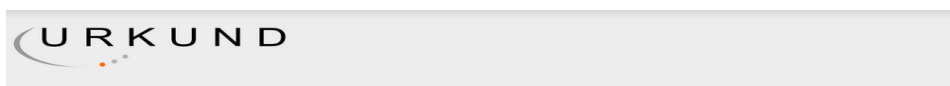
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La suscrita, Diana Vasco Mora, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Gina Elizabeth Vera Estacio**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Enraizamiento de estacas de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB).**”, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Dra. Diana Vasco Mora
DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

CERTIFICACIÓN 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, la suscrita Dra. Diana Vasco Mora, en calidad de Directora del Proyecto de Investigación “Enraizamiento de estacas de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB)” de autoría de la estudiante **Gina Elizabeth Vera Estacio**, certifica que el porcentaje de similitud reportado por el Sistema URKUND es de 9 %, el mismo que es permitido por el mencionado software y los requerimientos académicos establecidos.



Urkund Analysis Result

Analysed Document: PROYECTO DE INVESTIGACION (GINA VERA) 23.docx (D27608575)
Submitted: 2017-04-27 04:34:00
Submitted By: ginaeest.vera@uteq.edu.ec
Significance: 9 %

Sources included in the report:

TESIS FORESTAL JOHANN FINAL.docx (D13922032)
tesis de ADRIANA.doc (D13872201)
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5002400.pdf>
<http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/493>
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3660/T20267%20MORALES%20GARCIA%252C%20VERONICA%20GUADALUPE%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
<http://docplayer.es/31190885-Universidad-tecnica-de-babahoyo-facultad-de-ciencias-agropecuarias-escuela-de-ingenieria-agronomica-ingeniera-agronomo.html>

Instances where selected sources appear:

8

Dra. Diana Vasco Mora
DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

TITULO:

“ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE ACHOTILLO (*Nephelium lappaceum* L.) MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÁCIDO NAFTALENACÉTICO (ANA) Y ÁCIDO INDOLBUTÍRICO (AIB).”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Wilfrido Escobar Pavón

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Gerardo Segovia Freire

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Erick Eguez Enríquez

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2017

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado fuerza, valor y sobre todo ayudarme a vencer cada obstáculo que se ha cruzado en mi vida.

A mi madre Nelly Estacio quien me han ayudado en lo económico y en lo motivacional siendo ella un eje fundamental en mi formación de vida y vida académica. A Vicente Nivelá Santos por su apoyo.

A mi novio Rafael Veliz por su ayuda y su apoyo incondicional en todo el trayecto de mi vida profesional hasta conseguir mis objetivos.

A la Dra. Diana Vasco por haber confiado en mí en el momento de la Investigación. Al Ing. Germán Jácome por haberme facilitado con los recursos y tutoría necesaria en el momento de la investigación.

A la UTEQ, que me abrió las puertas para pertenecer a esta gran familia de ingeniería agropecuaria, que en cuyas aulas sus catedráticos me brindaron todo su conocimiento, para crecer en mi vida profesional por medio de los conocimientos.

A mis hermanos (a) por haber aportado con un granito de arena en esta investigación.

A mis amigos Luis, Rubén, Jully, Valeria, Erika y Melissa quienes me ayudaron en el trabajo de campo de la tesis.

DEDICATORIA

Principalmente a Dios por sus bendiciones y fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

A mi madre Nelly Estacio quien han hecho de mí una persona de bien, a valorar todas aquellas oportunidades que se me presentan en la vida y me enseñó que el estudio es la mejor herencia que me podría dar.

A mi novio Rafael Veliz quien me ayudado en todos estos cinco años de estudios y principalmente en la tesis de grado.

A mis hermanos Antonio, Yuri, Joel, y Josue que siempre buscan mi por venir, a mis sobrinas queridas Alisson, Valentina y Arlís, que ven en mi un ejemplo a seguir.

A mi tío Darwin Estacio y a mi tía Fabiola Estacio quienes me han ayudado de forma alentadora y colaborativa.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Finca del Sr. Gerardo Jácome en la Parroquia San Camilo del Cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, la cual tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes concentraciones de reguladores de crecimiento para la propagación de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.), cuyo propósito fue demostrar que tiene una gran importancia en la propagación asexual o vegetativa de plantas leñosas, utilizando el Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamientos; los tratamientos fueron: T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB), T2 (2500 ppm de ANA + 2500 ppm de AIB), T3 (3000 ppm de ANA + 3000 ppm de AIB) y un testigo (Sin hormona). A los 60 días se evaluaron las variables y se aplicó la prueba de Tukey para determinar las diferencias significativas entre las medias de los tratamientos. En general la mejor respuesta se obtuvo en la concentración T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB) con mejor porcentaje de enraizamiento de 58.75 %; número de brotes 1.81; longitud de raíces 2.93 cm; peso de la masa radicular 2.31 g; porcentaje de mortalidad de 41.25 % y con 55.48 % de rentabilidad. Concluyendo que se obtuvieron buenos resultados en las variables evaluadas, pero con resultados inferiores a los reportados por otras investigaciones forestales que utilizaron las mismas hormonas, debido a que hubo presencia de hongos en las estacas.

Palabras claves: Auxinas, hormonas, propagación vegetativa.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Finca of Mr. Gerardo Jácome in the Parish of San Camilo del Cantón Quevedo, province of Los Ríos, which had the objective of evaluating the effect of different concentrations of growth regulators for the propagation of the acorn (*Nephelium lappaceum* L.), whose purpose was to demonstrate that it has a great importance in the asexual or vegetative propagation of woody plants, using the Design Completo al Azar (DCA), with four treatments and four replications for treatments; The treatments were: T1 (2000 ppm ANA + 2000 ppm AIB), T2 (2500 ppm ANA + 2500 ppm AIB), T3 (3000 ppm ANA + 3000 ppm AIB) and a control (No hormone). At 60 days the variables were evaluated and the Tukey test was applied to determine the significant differences between the means of the treatments. In general, the best response was obtained in T1 concentration (2000 ppm ANA + 2000 ppm AIB) with a better rooting percentage of 58.75%; Number of outbreaks 1.81; Root length 2.93 cm; Weight of the root mass 2.31 g; Mortality rate of 41.25% and with 55.48% of profitability. We concluded that good results were obtained in the evaluated variables, but with results inferior to those reported by other forest researches that used the same hormones, due to the presence of fungi in the cuttings.

Keywords: auxins, hormones, vegetative propagation.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pág
PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO.....	iv
CERTIFICACIÓN MIEMBROS DE TRIBUNAL DE TESIS.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INDICE DE CONTENIDO.....	x
INDICE DE TABLAS.....	xiii
CÓDIGO DUBLIN.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Problema de la investigación.....	4
1.1.1. Planteamiento de problema.....	4
1.1.2. Formulación de 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.....	7
CAPÍTULO II	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1. Marco conceptual.....	9
2.2. Marco referencial.....	10
2.2.1. Origen y distribución del achotillo o rambután (<i>Nephelium lappaceum</i> L.).....	10
2.2.2. Taxonomía.....	11

2.2.3. Descripción botánica.....	11
2.2.3.1. Árbol.....	11
2.2.3.2. Raíces.....	11
2.2.3.3. Hojas.....	12
2.2.3.4. Flores.....	12
2.2.3.5. Fruto.....	12
2.2.4. Valores nutritivos y medicinales del achotillo o rambután (<i>Nephelium lappaceum</i> L.).....	12
2.2.5. Requerimientos de clima y suelo.....	14
2.2.5.1. Clima.....	14
2.2.5.2. Suelo.....	14
2.2.6. Método de propagación.....	14
2.2.6.1. Propagación vegetativa o asexual.....	14
2.2.6.2. Propagación por estaca.....	15
2.2.7. Reguladores de crecimiento.....	15
2.2.8. Investigaciones realizadas.....	18
CAPÍTULO III.....	19
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
3.1. Localización.....	20
3.1.1. Condiciones meteorológicas.....	20
3.2. Tipo de investigación.....	20
3.3. Método de investigación.....	21
3.3.1.1. Construcción del propagador.....	21
3.3.1.2. Preparación del sustrato en la platabanda.....	21
3.3.1.3. Preparación de las hormonas enraizantes.....	22
3.3.1.4. Lugar de obtención del material vegetativo.....	22
3.3.1.5. Selección y recolección del material vegetativo.....	22
3.3.1.6. Sistema de desinfección.....	22
3.3.1.7. Aplicación de hormonas enraizantes.....	23
3.3.1.8. Siembra de las estacas.....	23
3.3.1.9. Riego.....	23
3.4. Fuente de recopilación de información.....	23
3.4.1. Fuente primaria.....	23
3.4.2. Fuente secundaria.....	23

3.5.	Diseño de la investigación.....	24
3.6.	Instrumentos de investigación.....	24
3.6.1.	VARIABLES A EVALUAR.....	24
3.6.2.	Porcentaje de enraizamiento.....	25
3.6.3.	Número de brotes.....	25
3.6.4.	Longitud de brotes (cm).....	25
3.6.5.	Peso de la masa radicular (g).....	25
3.6.6.	Porcentaje de mortalidad (%)......	25
3.6.7.	Análisis económico.....	26
3.7.	Tratamiento de los datos.....	27
3.8.	Recursos humanos y materiales.....	27
CAPÍTULO IV.....		30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		30
4.1.	Resultados y Discusión.....	31
4.1.1.	Porcentaje de enraizamiento (%)......	31
4.1.2.	Número de brotes.....	32
4.1.3.	Longitud de brotes (cm).....	34
4.1.4.	Peso de la masa radicular (g).....	35
4.1.5.	Porcentaje de mortalidad (%)......	36
4.1.6.	Análisis Económico.....	38
CAPÍTULO V.....		40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		40
5.1.	Conclusiones.....	41
5.2.	Recomendaciones.....	42
CAPITULO VI.....		43
BIBLIOGRAFÍA.....		43
6.1.	Referencia bibliográfica.....	44
CAPITULO VII.....		48
ANEXOS.....		48
7.1.	Anexos.....	49

INDICE DE TABLAS

Tabla		Pág
1	Clasificación taxonómica del achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.)	11
2	Valores nutricionales del achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.)	12
3	Condiciones meteorológicas de la zona de Quevedo – Los Ríos	20
4	Análisis de varianza del enraizamiento por estacas de achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.) mediante la aplicación de (ANA) y (AIB)	24
5	Tratamientos a evaluar del enraizamiento de estacas en achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.) mediante la aplicación de (ANA) Y (AIB)	27
6	Evaluación del enraizamiento de estacas de achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB)	32
7	Número de brotes, en la evaluación del enraizamiento de estacas de achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB)	33
8	Longitud de brotes, en la evaluación del enraizamiento de estacas de achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB)	35
9	Peso de la masa radicular (g), en la evaluación del enraizamiento de estacas de achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB)	36
10	Porcentaje de mortalidad (%), en la evaluación del enraizamiento de estacas de achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB)	38
11	Análisis económico del enraizamiento de estacas de achotillo (<i>Nephelium lappaceum</i> L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB).	39

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“Enraizamiento de estacas de achotillo (<i>Nephegium lappaceum</i> L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB).”		
Autora:	Vera Estacio Gina Elizabeth		
Palabras clave:	Auxinas	Hormonas	Propagación vegetativa
Fecha de Publicación:			
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2017		
Resumen	<p>La presente investigación se realizó en la Finca del Sr. Gerardo Jácome en la Parroquia San Camilo del Cantón Quevedo, provincia de Los Ríos, la cual tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes concentraciones de reguladores de crecimiento para la propagación de achotillo (<i>Nephegium lappaceum</i> L.), cuyo propósito fue demostrar que tiene una gran importancia en la propagación asexual o vegetativa de plantas leñosas, utilizando el Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamientos; los tratamientos fueron: T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB), T2 (2500 ppm de ANA + 2500 ppm de AIB), T3 (3000 ppm de ANA + 3000 ppm de AIB) y un testigo (Sin hormona). A los 60 días se evaluaron las variables y se aplicó la prueba de Tukey para determinar las diferencias significativas entre las medias de los tratamientos. En general la mejor respuesta se obtuvo en la concentración T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB) con mejor porcentaje de enraizamiento de 58.75 %; número de brotes 1.81; longitud de raíces 2.93 cm; peso de la masa radicular 2.31 g; porcentaje de mortalidad de 41.25 % y con 55.48 % de rentabilidad. Concluyendo que se obtuvieron buenos resultados en las variables evaluadas, pero con resultados inferiores a los reportados por otras investigaciones forestales que utilizaron las mismas hormonas, debido a que hubo presencia de hongos en las estacas.</p>		

	<p>Abstract. - The present investigation was carried out in the Finca of Mr. Gerardo Jácome in the Parish of San Camilo del Cantón Quevedo, province of Los Ríos, which had the objective of evaluating the effect of different concentrations of growth regulators for the propagation of the acorn (<i>Nephelium lappaceum</i> L.), whose purpose was to demonstrate that it has a great importance in the asexual or vegetative propagation of woody plants, using the Design Completo al Azar (DCA), with four treatments and four replications for treatments; The treatments were: T1 (2000 ppm ANA + 2000 ppm IBA), T2 (2500 ppm ANA + 2500 ppm IBA), T3 (3000 ppm ANA + 3000 ppm IBA) and a control (No hormone). At 60 days the variables were evaluated and the Tukey test was applied to determine the significant differences between the means of the treatments. In general, the best response was obtained in T1 concentration (2000 ppm ANA + 2000 ppm IBA) with a better rooting percentage of 58.75%; Number of outbreaks 1.81; Root length 2.93 cm; Weight of the root mass 2.31 g; Mortality rate of 41.25% and with 55.48% of profitability. We concluded that good results were obtained in the evaluated variables, but with results inferior to those reported by other forest researches that used the same hormones, due to the presence of fungi in the cuttings.</p>
Descripción	70 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM
URI:	

INTRODUCCIÓN

El achotillo o rambután (*Nephelium lappaceum* L.) es originario de Malasia e Indonesia y está ampliamente distribuido en todo el trópico (1). En los últimos años se ha transformado en una de las frutas “no tradicionales” más populares en el mercado de nuestro país. El color atractivo, el exquisito sabor de su pulpa, su valor alimenticio ya que es rico en minerales y principalmente de vitamina C, la relativa rusticidad y la capacidad productiva de los árboles de esta especie, han permitido que este cultivo se transforme en una actividad frutícola prominente de las zonas tropicales húmedas de nuestro país (2).

Tailandia es el principal productor mundial con 700000 t, seguido por Indonesia con 350000 t y Malasia con 70000 t (3). Pero de acuerdo con los datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca realizado en el año 2008 en Ecuador, el total de la superficie sembrada fue de 38 ha, mientras que la superficie cosechada alcanzo las 147 tm y la producción total fue de 42 t/ha y tiene un rendimiento de 1.2 tm/ha y se originó principalmente en las Provincias de Los Ríos con 82.86%, Santo Domingo de los Tsáchilas y Esmeraldas con 8.57%. (4).

La creciente demanda de frutas de calidad en el mundo entero, ya sean frescas o procesadas, requieren de una producción constante para abastecer todos los mercados (5). Ante esta situación, se necesita establecer nuevas alternativas que ayuden a elevar la producción del achotillo (*Nephelium lappaceum* L.) por ende se recurre al uso de técnicas como es la propagación vegetativa para multiplicar especies de alto valor comercial, utilizando tejidos vegetales con capacidad de reproducir tallos, hojas, raíces y otros órganos de plantas, además del uso de hormonas enraizadoras las mismas que actúan en partes de la planta como estimulantes de algún efecto fisiológico (6).

Por lo expuesto el presente estudio se evaluó el efecto de diferentes concentraciones de hormonas vegetales y su acción para la propagación asexual de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.), cuyo propósito es demostrar que tiene una gran importancia en la propagación asexual o vegetativa de plantas leñosas lo cual permitirá disponer de material vegetativo de calidad en la zona central del litoral ecuatoriano.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento de problema.

En la actualidad, uno de los problemas a resolver para el establecimiento de nuevas plantaciones de achotillo es la propagación, siendo la injertación el método más aplicado por los productores, debido quizás al desconocimiento de otras prácticas como la del enraizamiento por estacas que, además de ser más fácil de realizar es económicamente rentable respecto al injerto (5).

Sin embargo, las principales limitantes que enfrenta la realización de la práctica del enraizamiento están localizados en la disponibilidad de los productos, la disponibilidad de una infraestructura de instalación del vivero y de riego, y la disponibilidad o accesibilidad de sustratos; a pesar de esto, las dificultades son válidas para otras formas de propagación (5).

Diagnóstico.

En nuestro medio existen carencias de información técnica respecto a selección de material genético productivo de achotillo e identificar concentraciones de hormonas enraizadoras para la propagación asexual (estacas) de plántulas viables productivamente, esta investigación exploratoria constituye una innovación no sólo a la viabilidad productiva de cultivares sino también a la obtención de plántulas en menor tiempo, aportes técnicos que mejorarán para la agricultura de la región una diversificación de cultivos e ingresos a la economía familiar de la Zona Norte de la provincia de Los Ríos dedicadas a la producción del achotillo.

Pronóstico.

Estudios realizados por Ramos (7), encontraron que en dosis de “1000 mgkg⁻¹ de ANA + 1000 mgkg⁻¹ de AIB” presentaron los mejores resultados para las siguientes variables; para la longitud de raíz, número y longitud de brote y sobrevivencia en la propagación de la especie forestal Moral fino (*Chlorophora tinctoria*). Cabe señalar que dicha investigación se realizó en litoral ecuatoriano, experiencia que apertura la probabilidad de que esquejes de achotillo mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB) logren enraizamientos para convertirse en plántulas productivas y de calidad.

1.1.2. Formulación de problema.

¿Mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB) aumentará la capacidad de enraizamiento de estacas de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.)?

1.1.3. Sistematización del problema.

- ❖ ¿Qué efecto tienen las hormonas Acido Naftalenacético (ANA) y Acido Indolbutírico (AIB) en la propagación de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.)?
- ❖ ¿Cuál dosis de hormonas será la óptima para el enraizamiento por estacas de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.)?
- ❖ ¿Resulta rentable la utilización de enraizantes en el cultivo?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar la capacidad de enraizamiento de estacas de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.) con base en la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB).

1.2.2. Objetivos específicos.

- ❖ Determinar el efecto de las hormonas Acido Naftalenacético (ANA) y Acido Indolbutírico (AIB) en la propagación por estacas del achotillo (*Nephelium lappaceum* L.)

- ❖ Identificar la dosis óptima de las hormonas para el enraizamiento de estacas de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.)

- ❖ Determinar los costos de los tratamientos en estudio.

1.3. Justificación.

La presente investigación se hace necesaria para evaluar el efecto que tendrá el proceso de propagación propuesto, debido a que no existen investigaciones que contribuyan al conocimiento de la efectividad del mismo, dado que el cultivo en los últimos años ha ganado importancia socioeconómica, debido a su importancia nutritiva y comercial.

También es necesario señalar que existe una gran demanda del producto por parte de los consumidores, por lo que es importante brindar a los agricultores e investigadores de la zona, métodos que contribuyan a la rápida propagación de plántulas, considerando los bajos costos en comparación con injertos.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1. Marco conceptual.

Los términos empleados en el desarrollo del texto con el objetivo de facilitar la comprensión de la investigación, para lo cual se ha identificado entre los más importantes los siguientes:

Propagación vegetativa o asexual

Consiste en la reproducción de plantas a partir de porciones vegetativas de las mismas que tengan capacidad de regeneración. Es la forma de obtener nuevas plantas mediante la obtención de un individuo igual al originario, es decir, un clon. Esta manera de propagación permite mantener las buenas características de las variedades ya sea en árboles frutales, plantas ornamentales y otros vegetales (8).

Estacas

Es el tallo o brote de una planta que se emplea para injertarlo en otra o para plantarlo en el suelo con el fin de reproducir una nueva planta (9).

Reguladores de crecimiento

Son compuestos orgánicos naturales, que en pequeñas cantidades, y por la naturaleza y el arreglo particular de su molécula, fomentan, inhiben o modifican el crecimiento de los vegetales ejerciendo una profunda influencia en los procesos fisiológicos (10).

Auxinas

Es la principal auxina en la mayoría de las plantas estas intervienen en actividades de la planta como el crecimiento del tallo, la formación de raíces, la inhibición de la ramificación lateral, la abscisión de las hojas y frutos. Además aumenta el porcentaje de estaca que forman raíces mejorando así la uniformidad del enraizamiento (11).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Origen y distribución del achotillo o rambután (*Nephelium lappaceum* L.)

El achotillo o rambután (*Nephelium lappaceum* L.) es originario de Malasia y las islas occidentales de Indonesia, es cultivado en todo el archipiélago y sureste de Asia, sobre todo en Indonesia, Malasia, Filipinas y Sri Lanka. El cultivo se ha incrementado en Australia, Hawái y Tailandia, considerando a este último, como el más grande productor. Asimismo, se ha extendido a los trópicos incluyendo África, el Caribe y Centroamérica, con grandes posibilidades de comercialarlo en el mercado de los Estados Unidos (12).

Este cultivo fue introducido en México entre los años 1950 y 1960. Durante los primeros 30 años el cultivo se mantuvo como una planta exótica y ornamental (13). En la actualidad se encuentran plantaciones en muchas áreas tropicales y subtropicales en el mundo, tal es el caso de Colombia, Ecuador, Honduras, Trinidad y Tobago, México y Cuba (2).

En Costa Rica, el rambután conocido también como “mamón chino” fue introducido en los años 60’s por la transnacional bananera “United Fruit Company”. Ello probablemente ocurrió mediante el traslado de germoplasma del jardín botánico “Lancetilla” en Honduras, sitio inicial de siembra en América Central, al jardín botánico “El Naranjal” en el Pacífico Sur de Costa Rica. El sistema sexual de propagación con el que tradicionalmente se multiplicó y dispersó el material, redundó en un sin número de variaciones de la calidad del fruto, en la mayoría de los casos, sin los requerimientos estipulados para su exportación como fruta fresca (14).

2.2.2. Taxonomía.

El achotillo (*Nephelium lappaceum* L.) es un árbol tropical de medio tamaño, perteneciente a la familia Sapindaceae y cuya clasificación taxonómica se presenta a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del achotillo (*Nephelium lappaceum* L.)

Reino	Plantae
Clase	Magnolipsida
Orden	Sapindales
Familia	Sapindáceae
Género	<i>Nephelium</i>
Especie	<i>lappaceum</i> L.

Fuente: (15).

2.2.3. Descripción botánica.

2.2.3.1. Árbol.

Es un árbol de tamaño mediano que alcanza de 15 a 25 m de altura, el tronco puede llegar a medir de 50 -60 cm de diámetro, su corteza es de color gris, café-oscuro, con follaje denso y copa un tanto abierto. El crecimiento de este árbol es de 2 a 3 años y sus primeras flores y frutos se pueden ver a partir del tercer año (16).

2.2.3.2. Raíces.

Las raíces no son penetrantes en el suelo ya que pueden extenderse a varios metros sobre la superficie, pues la mayoría son raíces laterales que crecen sobre el suelo superficial (15).

2.2.3.3. Hojas.

Las hojas son pinnadas compuestas que pueden llegar a medir de 7 a 30 cm de largo con el raquis rojo, peludo cuando son jóvenes, tienen de 6 a 15 pares de venas principales prominentes en la parte inferior (17) .

2.2.3.4. Flores.

Son muy pequeñas, y pueden ser hermafroditas y masculinas. Las inflorescencias son axilares y terminales, erectas ampliamente ramificadas, el cáliz es en forma de copa con 4 a 6 lóbulos de color verde amarillento y velludo ocre en su exterior, hay de 5 a 8 estambres en las flores masculinas, las enteras son pequeñas ovoides u ovoides oblongas. El ovario rudimentario es pequeño y pubescente. Hay de 5 a 7 estaminoides en las flores femeninas insertadas dentro del disco, los filamentos están cubiertos con pelos largos color café oscuro y más tarde provisto de pequeños tubérculos bífidios (18).

2.2.3.5. Fruto.

Son globosos u ovoides de pericarpio rojo o amarillo, con tricomas largos, poseen un arilo comestible blanco o translúcido, dulce, jugoso y rico en vitamina C. Los frutos de rambután son no climatéricos y son cosechados cuando presentan calidad comestible y apariencia visual óptima (19).

2.2.4. Valores nutritivos y medicinales del achotillo o rambután (*Nephelium lappaceum* L.)

La planta de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.) se le atribuyen diferentes cualidades, por ejemplo, la raíz se utiliza para bajar la fiebre y la corteza se usa para hacer jabones y velas. De las hojas se extrae un té para calmar dolores de garganta y cabeza. El fruto se consume en

fresco y se utiliza para hacer mermeladas, dulces, aguas frescas y jarabes esto en cuanto al sabor dulce y jugoso de la pulpa (12).

El núcleo de la semilla proporciona de 37 a 43% de un sebo sólido blanco parecido a la mantequilla del cacao, mientras que la cáscara del fruto tiene cerca de 13% de taninos y es utilizada como colorante de seda. La madera se utiliza para la construcción, aunque es conveniente cortarla sólo cuando está seca (12).

Además de que la planta de achotillo puede ser utilizada en diferentes maneras, el achotillo es rico en minerales y principalmente de vitamina C y cuyos valores nutritivos se presentan a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores nutricionales del achotillo (*Nephelium lappaceum* L.)

Descripción	Valores
Energía	59.0 calorías
Humedad	84.7 g.
Proteína	0.7 g.
Carbohidratos	3.9 g.
Fibra	0.3 g.
Calcio	22.0 mg.
Fósforo	30.0 mg.
Ceniza	0.3 g.
Vitamina C	38.6 mg

Fuente: (20)

2.2.5. Requerimientos de clima y suelo.

2.2.5.1. Clima.

Es una fruta de clima cálido y húmedo, las temperaturas óptimas para este cultivo son de 22 a 32 °C, en caso de tener un periodo de sequía de más de dos meses, se recomienda establecer un sistema de riego para que prospere este cultivo. El rango de precipitación promedio es de 3000 a 4000 mm por año. La humedad relativa debe mantenerse por encima del 70% para evitar la deshidratación de los frutos, de lo contrario afectaría la calidad de los mismos (21).

2.2.5.2. Suelo.

Puede ser cultivado en varios tipos de suelos, siendo los más recomendables son los suelos profundos (mayor de 1 m de profundidad) con buen drenaje, de textura media (contenido de arcilla entre 30 a 35%), con estructura granular a bloques angulares o sub-angulares, con porosidad total de 50 a 60%, que permitan buena circulación de agua y aire, así como también una buena penetración del sistema radicular. Se deben preferir suelos con buen contenido de materia orgánica, ligeramente ácidos con un pH 5.5 a 6.5 (22).

2.2.6. Método de propagación.

2.2.6.1. Propagación vegetativa o asexual.

Este tipo de propagación consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas cuyos órganos vegetales (raíces, tallos, ramas y hojas) tienen la capacidad de regenerarse. Es decir es la reproducción de las plantas sin intervención de las semillas; y la procedencia de las plantas no es otra cosa que la propagación de esta (23).

2.2.6.2. Propagación por estaca.

La propagación por estaca presenta un rápido brotamiento de las yemas formando ramas. En sí, las especies que se pueden propagar por esquejes tienen ventajas que de unas cuantas plantas madres es posible, iniciar nuevas plantas en un espacio limitado, por lo general se reproduce exactamente sin cambio genético. El cual consiste en cortar trozos de 15 a 20 cm de tallos vigorosos y de buenas características, el diámetro de los tallos debe ser de 1cm y cada estaca debe tener tres a cuatro yemas y para tener un mejor enraizamiento es necesario aplicar hormonas, en la parte inferior de las estacas y parafina en la parte superior, para reducir la deshidratación y el ingreso de patógenos (24).

2.2.7. Reguladores de crecimiento.

Son aquellas sustancias que son sintetizadas en un determinado lugar de la planta y se translocan a otro, donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo ó metabolismo del vegetal. Estos reguladores de crecimiento son cualquier producto químico de naturaleza orgánica que sirve de mensajero químico, ya que es producido en una parte de la planta y tiene como "blanco" otra parte de ella (25).

Las hormonas vegetales son auxinas y estas intervienen en diferentes actividades de la planta como crecimiento del tallo, formación de raíces, inhibición de las yemas laterales, abscisión de hojas y frutos al igual que en la activación de las células. Su principal efecto es la estimulación del alargamiento celular o su depresión según la concentración (26).

Clasificación de los reguladores de crecimiento

- Auxinas
- Citoquininas
- Giberelinas

- Etileno
- Ácido abscísico

2.2.7.1. Auxinas

Es una hormona vegetal elaborada por los meristemas terminales de los ejes vegetativos, se mueve principalmente hacia abajo del tallo. Tiende pues a formar una gradiente desde el ápice del tallo hasta la raíz. Sus actividades incluyen tanto estimulación como inhibición del crecimiento. Además, los diferentes órganos responden a concentraciones muy diferentes: las raíces son estimuladas a concentraciones inferiores a la que estimulan los tallos, cuando se suministran bajas concentraciones se induce a la defoliación.

Las auxinas son transportadas en el interior de las plantas, cuando menos por tres caminos distintos: 1. a través del floema, probablemente con la corriente de azúcares y otras materias; 2, en el tejido parenquimatoso exento de haces vasculares, y 3, a través del xilema (tejido leñoso) en la corriente de transpiración.

La función primordial de las auxinas es el alargamiento celular, actúan en dominancia apical, inhiben el alargamiento de la raíz, induce a la formación de raíces, la diferenciación vascular, promueven o inhiben la floración, inducen al marchitamiento de las flores, desarrollo del ovario en frutos y acelera el alargamiento de los entrenudos (27).

2.2.7.2. Citoquininas

Son hormonas que activan la división celular y regulan la diferenciación de los tejidos. Sus niveles son máximos en órganos jóvenes (semillas, frutos y hojas), y en los ápices de las raíces; comercialmente se utilizan para estimular el crecimiento de la fruta, provocar raleo e inducir la brotación lateral de yemas (28).

2.2.7.3. Giberelinas

Intervienen principalmente en el crecimiento del tallo, la más común es el ácido giberélico GA3. Un aumento en los niveles de giberelina puede mimetizar o medir el efecto de los días largos. Es así como estimulan la extensión intermolecular y la floración en plantas de día largo como la lechuga, espinaca, estas fitohormonas interrumpen el periodo de dormancia en las especies leñosas. Las giberelinas pueden producirse tanto en los tallos como en las raíces y ser conducidas en el xilema y en el floema (29).

2.2.7.4. Etileno

Es uno de la naturaleza más simple, con actividad en forma gaseosa. El hecho de ser un gas a temperatura y presión ambientes le confiere unas características peculiares, como la capacidad de difundir libremente entre los espacios intercelulares, la de coordinar una respuesta rápida y uniforme en los tejidos, y además, la posibilidad de alterar su concentración interna simplemente modulando la velocidad de síntesis del gas, sin la participación de un sistema metabólico adicional para reducir la concentración de la hormona libre (10).

2.2.7.5. Ácido abscísico

El ácido abscísico ABA es importante en la respuesta a estrés y desempeña un papel importante en procesos fisiológicos, cuyos efectos varían dependiendo del tejido y estado de desarrollo de la planta. Entre sus múltiples funciones, se incluye la inducción de síntesis de proteínas LEA (Late Embriogenesis Abundant), con lo cual se promueve la tolerancia del embrión a la deshidratación y acumulación de proteínas de almacenamiento (30).

2.2.8. Investigaciones realizadas.

Estudios realizados en la propagación de Moral fino (*Chlorophora tinctoria*) en el litoral ecuatoriano, encontraron que el mayor número de raíces se obtuvieron en concentraciones de “2000 mgkg⁻¹ de ANA + 2000 mgkg⁻¹ de AIB”, y en concentraciones de “1000 mgkg⁻¹ de ANA + 1000 mgkg⁻¹ de AIB” presentaron los mejores resultados para la longitud de raíz mayor, número de brotes, longitud de brote mayor y sobrevivencia (7).

Investigación realizadas en la propagación vegetativa de café robusta (*Coffea canephora*) realizada en Quevedo, que en concentraciones de “1200 mg (ANA) y 400 mg (AIB)” se obtuvieron el mayor porcentaje de supervivencia, enraizamiento, y mayor cantidad de hojas mientras que en concentraciones de “1200 mg (ANA) y 800 mg (AIB)” presentaron los mejores resultados en mayor altura de brotes, longitud de raíz y mayor número de raíces (6).

Estudios realizados en la propagación Vegetativa de Fernán Sánchez (*Triplaris guayaquilensis*) se logró establecer que a partir de ramillas, utilizando polvos enraizadores el mayor número de raíces y porcentaje de sobrevivencia, se presentó con la concentración 500 mg kg⁻¹ ANA+ 500 mg kg⁻¹ AIB con 5 raíces y 93.33%, respectivamente y en concentración 1000 mg kg⁻¹ ANA + 1000 mg kg⁻¹ AIB se presentaron los mayores resultados para longitud de raíz y vigor con 17.67 cm y 2.89, respectivamente (31).

Trabajo realizado en el efecto de cinco dosis de ácido Indol-3-butírico en el enraizamiento de estacas de morera (*Morus spp*) el mejor tratamiento para todas las variables fue en concentración de 4000 mg Kg⁻¹ AIB quien obtuvo el mejor en número de raíces 15.80; longitud de raíces 15.26 cm; masa radicular 5.50 gr; el porcentaje de enraizamiento de 85.6 % y porcentaje de mortalidad de 14.40 % y con el 13.75 % de rentabilidad superando al testigo y al resto de tratamientos. La utilización de sombra de sarán, así como la instalación de un túnel debajo del sarán para reducir la actividad fotosintética y de esta forma lograr un 85.6% de enraizamiento a excepción del testigo que fue de 31.8% también fue necesaria (32).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. Localización.

Esta investigación se llevó a cabo en la finca del Sr. Gerardo Jácome en la Parroquia San Camilo del Cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos, su ubicación geográfica Sur: 01° 02' 003" Este 079° 26' 640" y se encuentra ubicada a una altura de 92 msnm.

3.1.1. Condiciones meteorológicas.

Las condiciones meteorológicas en las cuales se desarrolló la investigación del sitio experimental, se detalla a continuación:

Tabla 3. *Condiciones meteorológicas de la zona de Quevedo – Los Ríos*

Parámetros	Promedios
Temperatura promedio °C	24.60
Humedad relativa (%)	82
Heliofonia (hora/luz/año)	1041.1
Precipitación mm/año	3229.3
Zona ecológica	Bosque Húmedo Tropical (Bh-T)
Topografía	Ligeramente ondulada

Fuente: INAMHI (33).

3.2. Tipo de investigación.

La investigación desarrollada es de tipo experimental exploratoria, basada en el enraizamiento de estacas en achotillo (*Nephelium lappaceum* L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB).

3.3. Método de investigación.

El método empleado en la presente investigación consistió en la observación del método deductivo que permite partir desde una problemática general hasta alcanzar los objetivos específicos del estudio.

Además, se empleó el método analítico y estadístico, ya que se recopilaron los datos cuantitativos para proceder a su posterior análisis estadístico que permita obtener información precisa sobre el enraizamiento de estacas en achotillo (*Nephelium lappaceum* L.) mediante la aplicación de (ANA) y (AIB).

3.3.1. Manejo del experimento.

3.3.1.1. Construcción del propagador.

El propagador fue construido con caña y sarán al 80 % de color negro con cubierta y plástico de invernadero, el propagador se construyó cerca de una fuente segura de agua, de fácil acceso y cercano a la zona de plantación definitiva. Una vez construido se procedió a realizar dentro del propagador una platabanda que tuvo una dimensión de 2 m de largo x 1.70 m de ancho y 15 cm de alto y cada repetición por tratamiento fue de 40 cm con un espacio de 10 cm entre un tratamiento al otro.

3.3.1.2. Preparación del sustrato en la platabanda.

La preparación del sustrato fue realizada con 45.36 kg tierra agrícola, 45 kg carboncillo (tamo de arroz), 45 kg arena, haciendo una relación de 1 a 1 y de ahí se procedió a mezclar en proporciones iguales en la platabanda, para luego desinfectar el sustrato (Carboxin-Thiram).

3.3.1.3. Preparación de las hormonas enraizantes.

Para preparar las hormonas enraizantes se procedió a pesar 20 g de talco (soporte de las hormonas) y las diferentes concentraciones de ANA y AIB, una vez pesado el contenido de las hormonas fueron diluidas en un vaso de precipitación con la ayuda de una espátula y se le agregó alcohol antiséptico al 76 %, se mezcló hasta lograr formar una masa y según fue necesario se le añadió más alcohol, luego se combinaron las hormonas para sus respectivas dosis, una vez mezcladas fueron distribuidas en sus respectivos recipientes estas fueron ubicadas en un lugar seco y se dejó por un día (34).

3.3.1.4. Lugar de obtención del material vegetativo.

El material vegetativo del achotillo tiene aproximadamente 8 años de edad, y se obtuvo en el sector Cuatro Mangas vía a Buena Fe, cuya plantación se encontraba a una altura promedio de 85 msnm, estas fueron cortada en época de verano.

3.3.1.5. Selección y recolección del material vegetativo.

Las plantas madres que se seleccionaron como donadoras del material vegetativo (estacas) estas fueron sanas, vigorosas y en buenas condiciones, que estén libres de plagas - enfermedades y en pleno crecimiento vegetativo. Una vez seleccionados las estacas se procedió a cortarlos con una tijera de podar, la que fue desinfectada con alcohol después de cada corte. Los esquejes de una longitud aproximada de 15 cm que tenga de 3 a 4 yemas. Fueron después envueltos en un periódico semi húmedo cubriéndole el corte para mantenerlo fresco durante su traslado. Finalmente se ubicaron en gavetas para su respectivo transporte.

3.3.1.6. Sistema de desinfección.

Se realizó una debida desinfección de las estacas de achotillo, consistiendo en la utilización del (Carboxin-Thiram) aplicando una concentración de 1,5 g/l de agua por 5 min.

3.3.1.7. Aplicación de hormonas enraizantes.

Esto consistió en que las estacas de cada tratamiento fueron introducidas a no más de 1.5 cm de la base en las soluciones combinadas de ANA y AIB e inmediatamente fueron colocadas directamente en la platabanda.

3.3.1.8. Siembra de las estacas.

La siembra se realizó colocando los esquejes de achotillo a una profundidad de 2 cm. Después de la siembra se procedió a tapar con un plástico el propagador, cubriéndolas totalmente de manera que quede bien cerrada de forma que no entre aire, es decir, para crear un microclima y de ahí se abrió dentro de 60 días.

3.3.1.9. Riego.

El riego se lo realizó por aspersión de 10 a 15 min, pasando un día o dependiendo del clima.

3.4. Fuente de recopilación de información.

3.4.1. Fuente primaria.

La recopilación de la información de los datos de captura en el campo constituye una fuente primaria de información.

3.4.2. Fuente secundaria.

Las fuentes secundarias que sustentan la investigación corresponden a revistas científicas e internet y otras fuentes bibliográficas de consulta no menor al año 2005.

3.5. Diseño de la investigación.

Para el presente ensayo se empleó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A). Se utilizó el programa Excel para el registro y ordenamiento de los datos, así como para las comparaciones entre tratamientos se empleó la prueba de Tukey al 5 % ($P < 0.05$), y se analizaron los datos en un software estadístico libre versión estudiantil. El esquema del análisis de varianza se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. *Análisis de varianza del enraizamiento de estacas de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.) mediante la aplicación de (ANA) y (AIB).*

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamientos	$t - 1$	3
Error experimental	$t (r-1)$	12
Total	$(t*r)-1$	15

3.6. Instrumentos de investigación.

3.6.1. Variables a evaluar.

Con la finalidad de evaluar el efecto de los tratamientos en estudio se tomarán los datos siguientes:

- Porcentaje de enraizamiento (%)
- Número de brotes.
- Longitud de brotes (cm).
- Peso de la masa radicular (g).
- Porcentaje de mortalidad (%).

3.6.2. Porcentaje de enraizamiento.

Se contabilizó el número de estacas que emitieron raíces a los 60 días y los datos se tomaron de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{Enraizamiento} = \frac{\# \text{ de estacas enraizadas}}{\text{Total de estacas sembradas}} \times 100$$

3.6.3. Número de brotes.

Para la consideración de esta variable se hizo la observación por cada uno de los tratamientos que tenían brotes.

3.6.4. Longitud de brotes (cm).

Para cumplir esta variable se realizó la medición con una regla desde, donde inicia el brote hasta donde termina, a los 60 días y se la registró en centímetros.

3.6.5. Peso de la masa radicular (g).

Para efectuar esta variable se la hizo con la ayuda de una tijera y una balanza con el fin tomar muestras para evaluar el peso fresco de las raíces formadas cuyos datos se registraron en gramos (g).

3.6.6. Porcentaje de mortalidad (%).

Se contabilizó al final del ensayo restando el porcentaje de mortalidad al 100% de las plantas.

3.6.7. Análisis económico.

Para efectuar el análisis económico de esta investigación con sus respectivos tratamientos, se utilizó la relación beneficio/costo, para lo cual se consideraron los siguientes:

3.6.7.1. Costo total.

Se obtuvo de la suma de los costos fijos y de los costos variables

$$\mathbf{CT = CF + CV}$$

Dónde:

CT= Costo total

CF= Costo fijo

CV= Costo variable

3.6.7.2. Beneficio neto.

Se lo obtuvo, restando el ingreso bruto y el costo total.

$$\mathbf{BN = IB - CT}$$

Dónde:

BN= Beneficio neto

IB= Ingreso bruto

CT= Costo total

3.6.7.3. Rentabilidad.

Se calculó dividiendo el beneficio neto sobre el costo total y multiplicado por 100.

$$RB/C = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costos totales}} \times 100$$

3.7. Tratamiento de los datos.

Tabla 5 presenta el efecto de tres concentraciones (ANA) y (AIB) en el enraizamiento de estacas de achotillo más un tratamiento testigo, donde se utilizaron diez estacas de achotillo por cada repetición y cuatro repeticiones por tratamiento, en total se emplearon 160 estacas. Los tratamientos a evaluar se determinan a continuación:

Tabla 5. *Tratamientos a evaluar del enraizamiento de estacas en achotillo (Nephelium lappaceum L.) mediante la aplicación de (ANA) Y (AIB)*

Tratamientos	Estacas	Rep.	N° Estacas./Tra
T0 Sin hormona	10	4	40
T1 2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB	10	4	40
T2 2500 ppm de ANA + 2500 ppm de AIB	10	4	40
T3 3000 ppm de ANA + 3000 ppm de AIB	10	4	40
Total			160

3.8. Recursos humanos y materiales.

3.8.1. Recursos humanos.

- Dra. Diana Vasco Mora (Tutora del proyecto de investigación)
- Gina Vera (Autora)

3.8.2. Materiales y equipos.

Material vegetativo.

- Estacas de achotillo

Materiales de campo.

- Tijeras de podar
- Cañas
- Clavos
- Cinta métrica
- Sarán
- Plástico de invernadero
- Manguera
- Aspersores
- Carboxin-Thiram

Materiales de laboratorio.

- Platillos
- Espátulas
- Vaso de precipitación
- Balanza gramera
- Balanza analítica
- Guantes
- Mandil

Equipos de oficina.

- Cámara
- Libreta de campo

- Calculadora
- Computadora
- Lápiz
- Hojas
- Pendrive

Reactivos.

- Ácido Naftalenacético (ANA)
- Ácido Indolbutírico (AIB)
- Talco
- Alcohol antiséptico 76 %

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Resultados y Discusión.

4.1.1. Porcentaje de enraizamiento (%).

En el análisis de varianza para la variable porcentaje de enraizamiento de estacas de achotillo mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB) se observó diferencias estadísticas significativas, con un coeficiente de variación del 10.39 % (Anexo 1).

En la Tabla 6 indica que al realizar las comparaciones de medias del porcentaje de enraizamiento, según Tukey ($P \leq 0.05$), que el T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB) tuvo el mayor porcentaje de enraizamiento con 58.75 %, y los que alcanzaron un comportamiento igual fueron el T2 (2500 ppm de ANA + 2500 ppm de AIB) y T3 (3000 ppm de ANA + 3000 ppm) que reportaron promedios de 37.50 y 31.50 % de enraizamiento, respectivamente, en comparación con el tratamiento testigo (Sin hormona) que presentó el menor valor de 8.75 %, por lo tanto, se puede decir que las hormonas tienen un efecto positivo que influyó en el enraizamiento a través de estacas de achotillo.

Estos resultados en trabajo relacionados en especies forestales están por debajo que los de Ramos *et al* (7) quienes obtuvieron valores de 43.3 hasta 83.3 % respectivamente utilizaron este tipo de hormonas ANA + AIB. Por otra parte Cruz *et al* (31) menciona que en concentraciones bajas del Fernán Sánchez obtuvieron mejores resultados con promedios de 33.30 hasta 93.33 % datos que se ajustan a la presente investigación corroborando que al utilizar concentraciones bajas también existe la misma respuesta, pero que a medida que se va aumenta la concentración hormonal va disminuyendo el porcentaje de enraizamiento.

Tabla 6. Evaluación del enraizamiento de estacas de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB).

Tratamientos	Porcentaje de enraizamiento (%)
T0 (Sin hormona)	8.75 c
T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB)	58.75 a
T2 (2500 ppm de ANA + 2500 ppm de AIB)	37.50 b
T3 (3000 ppm de ANA + 3000 ppm de AIB)	31.75 b
Promedio	34.18
C.V. (%)	10.39

Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente según la prueba de Tukey con probabilidad $P \leq 0,05$

FUENTE: AUTORA

4.1.2. Número de brotes.

En el análisis de varianza para la variable número de brotes mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB) en el enraizamiento de estacas de achotillo se observó diferencias estadísticas significativas, con un coeficiente de variación del 17.68 % (Anexo 2).

La Tabla 7 presenta las comparación de medias de la variable número de brotes, según Tukey ($P \leq 0.05$), se puede observar que el T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB) presentó el mayor número de brotes con 1.81 mientras los tratamientos que presentaron igualdad estadísticas fue el T2 (2500 ppm de ANA + 2500 ppm de AIB) y T3 (3000 ppm de ANA + 3000 ppm) quienes reportaron promedios de 1.63 y 1.44 respectivamente en comparación con

el tratamiento (Sin hormona) que presentó el menor número de brotes 1.13 en plantas enraizadas a través de estacas de achotillo.

Estos resultados se ajustan a los mencionados por Ramos *et al* (7) en un estudio realizado en el cantón Quevedo donde se determinó el número de brotes (ANA Y AIB) para la propagación vegetativa de *C. tinctoria L. Gaud* (moral fino) donde se reportaron valores de 1.2 hasta 2.4 de número de brotes los cuales también se ajustan a los registrados por Morocho 2015 (6) donde registro valores de 0.98 hasta 1.30 en la variación de medias del número de brotes de la propagación vegetativa en café robusto (*coffea canephora*) utilizando polvos enraizantes, ácido indolbutirico (AIB), y ácido naftalenacetico (ANA) en concentraciones de 400, 800 y 1200 mg de hormonas en cada tratamiento.

Tabla 7. *Número de brotes, en la evaluación del enraizamiento de estacas de achotillo (Nephelium lappaceum L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB).*

Tratamientos	Número de brotes
T0 (Sin hormona)	1.13 b
T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB)	1.81 a
T2 (2500 ppm de ANA + 2500 ppm de AIB)	1.63 ab
T3 (3000 ppm de ANA + 3000 ppm de AIB)	1.44 ab
Promedio	1.50
C.V. (%)	17.68

Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente según la prueba de Tukey con probabilidad $P \leq 0.05$
FUENTE: AUTORA

4.1.3. Longitud de brotes (cm).

En el análisis de varianza para la variable altura de brotes mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB) en el enraizamiento de estacas de achotillo se observó diferencias estadísticas significativas con un coeficiente de variación del 16.31 % (Anexo 3).

La Tabla 8 muestra la comparación de medias de la variable altura de brotes, según Tukey ($P \leq 0.05$), que registraron valores significativos obteniéndose que el T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB) obtuvo un mayor valor de 2.93 cm, mientras que el T3 (3000 ppm de ANA + 3000 ppm) tiene un promedio de 1.98 cm y el T2 (2500 ppm de ANA + 2500 ppm de AIB) tienen una similitud entre los tratamientos que utilizaron hormonas el cual reportó un promedio de 2.30 cm de altura de brotes en comparación con el tratamiento testigo (Sin hormona) que presentó el menor valor de 0.65 cm.

Ramos *et al* (7) indicaron en una investigación realizada en el empleo de hormonas (ANA y AIB) para la propagación vegetativa de *C. tinctoria* L. Gaud (moral fino) donde registraron valores de 0.2 hasta 1.7 cm, resultados que son inferiores a los que se presentan en esta investigación. Por otra parte Morocho (6) obtuvo valores entre 7.55 hasta 8.95 cm resultados que son superiores a los obtenidos en la presente investigación. Esto se debe a que estas hormonas son utilizadas en diferentes especies.

Tabla 8. Longitud de brotes, en la evaluación del enraizamiento de estacas de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB).

Tratamientos	Longitud de brotes (cm)
T0 (Sin hormona)	0.65 c
T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB)	2.93 a
T2 (2500 ppm de ANA + 2500 ppm de AIB)	2.30 ab
T3 (3000 ppm de ANA + 3000 ppm de AIB)	1.98 b
Promedio	1.96
C.V. (%)	16.31

Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente según la prueba de Tukey con probabilidad $P \leq 0.05$
 FUENTE: AUTORA

4.1.4. Peso de la masa radicular (g).

En el análisis de varianza para la variable peso de la masa radicular mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB) en el enraizamiento de estacas de achotillo se observa diferencias estadísticas significativas con un coeficiente de variación del 8.14 % (Anexo 4).

La Tabla 9 presenta la comparación de medias de la variable peso de la masa radicular, según Tukey ($P \leq 0.05$), se puede observar que el T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB) y el T2 (2500 ppm de ANA + 2500 ppm de AIB) presentaron los promedios más altos de 2.31 y 1.93 g en comparación con el tratamiento testigo (Sin hormona) que presentó el menor valor de 1.06 g, mientras que el T3 (3000 ppm de ANA + 3000 ppm) presentó igualdad estadística con los demás tratamientos con un promedio de 1.66 g de plantas enraizadas a través de esqueje de achotillo.

Según Ríos (32) indicó en una investigación realizada en el efecto de cinco dosis de ácido indol3-butírico en el enraizamiento de estacas de morera (*Morus ssp*) que registraron valores de 4.54 hasta 5.50 g, resultados que son superiores a los que se presentan en esta investigación. Es decir que en la mayoría de las especies leñosas el uso de estas hormonas se optimiza notablemente la masa radicular.

Tabla 9. *Peso de la masa radicular (g), en la evaluación del enraizamiento de estacas de achotillo (Nephelium lappaceum L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB).*

Tratamientos	Peso de la masa radicular (g)
T0 (Sin hormona)	1.06 b
T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB)	2.31 a
T2 (2500 ppm de ANA + 2500 ppm de AIB)	1.93 a
T3 (3000 ppm de ANA + 3000 ppm de AIB)	1.66 ab
Promedio	1.99
C.V. (%)	8.14

Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente según la prueba de Tukey con probabilidad $P \leq 0.05$
FUENTE: AUTORA

4.1.5. Porcentaje de mortalidad (%).

En el análisis de varianza para la variable porcentaje de mortalidad mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB) en el enraizamiento de estacas de achotillo se registraron diferencias estadísticas significativas con un coeficiente de variación del 4.86 % (Anexo 5).

La Tabla 10 dice que al realizar las comparaciones de medias de la variable porcentaje de mortalidad, según Tukey ($P \leq 0.05$), se puede observar que el testigo (Sin hormona) tuvo el mayor porcentaje de mortalidad con un promedio de 91.25 % frente a los demás tratamientos que utilizaron hormonas. El T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB) obtuvo el valor menor de mortalidad con 41.25 %, frente al T3 (3000 ppm de ANA + 3000 ppm) y T2 (2500 ppm de ANA + 2500 ppm de AIB) que tuvieron mortalidad de 67.00 y 62.50 %, debido a que hubo presencia de hongos en las estacas, sin embargo, es destacable ya que en general todos los tratamientos que utilizaron ANA + AIB ayudan a mantener vivas las estacas de achotillo.

En la investigación realizada por Zapatier (35), mencionó que a los 42, 52 y 60 días tuvo valores de 28.25 hasta 58.00 % de mortalidad, resultados que son inferiores a los que se presentan en esta investigación. Estos resultados concuerdan con Fajardo (36), donde indica en su investigación en la propagación vegetativa de café nacional (*Coffea arabia*) con el uso de hormonas estimulantes del enraizamiento ANA y AIB, el cual señaló que a los 45, 52 y 60 días presentó valores de 0.00 hasta 55.00 % los cuales también son inferiores a los obtenidos en la presente investigación.

Tabla 10. Porcentaje de mortalidad (%), en la evaluación del enraizamiento de estacas de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB).

Tratamientos	Porcentaje de mortalidad (%)
T0 (Sin hormona)	91.25 a
T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB)	41.25 c
T2 (2500 ppm de ANA + 2500 ppm de AIB)	62.50 b
T3 (3000 ppm de ANA + 3000 ppm de AIB)	67.00 b
Promedio	65.5
C.V. (%)	4.86

Letras iguales no presentan diferencias estadísticamente según la prueba de Tukey con probabilidad $P \leq 0.05$

FUENTE: AUTORA

4.1.6. Análisis Económico.

En la Tabla 11, se muestra el análisis de beneficio costo de los diferentes tratamientos mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB) en el enraizamiento de estacas de achotillo (*Nephelium lappaceum* L), donde el tratamiento T0 (Sin hormona), obtuvo un costo de rentabilidad negativo de (-63.68) debido a que 91.25 % de las estacas se murieron y el mejor tratamiento fue el T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB) con una rentabilidad de USD 88.45.

Con respecto a la relación beneficio/costo el mejor tratamiento fue T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB) ya que por cada dólar que se invierta se recupera la inversión más de \$ 0.88

Tabla 11. Análisis económico del enraizamiento de estacas de achotillo (*Nepheium lappaceum* L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB).

Rubros	TRATAMIENTOS			
	Sin hormona	(2000	(2500	(3000
		ppm de ANA + 2000 ppm de AIB)	ppm de ANA + 2500 ppm de AIB)	ppm de ANA + 3000 ppm de AIB)
	USD	USD	USD	USD
Hormonas ANA	----	0.220	0.250	0.300
Hormonas AIB	----	0.220	0.250	0.300
Alcohol	----	0.014	0.014	0.014
Costos variable	----	0.454	0.514	0.614
Costos fijos				
Material vegetativo	0.60	0.60	0.60	0.60
Carboxin-Thiram	0.030	0.030	0.030	0.030
Arena	0.025	0.025	0.025	0.025
Carboncillo	0.015	0.015	0.015	0.015
Pala	0.030	0.030	0.030	0.030
Machete	0.025	0.025	0.025	0.025
Recipientes	0.130	0.130	0.130	0.130
Sarán	0.400	0.400	0.400	0.400
Platico de invernadero	0.350	0.350	0.350	0.350
Aspersores	0.20	0.20	0.20	0.20
Manguera	0.150	0.150	0.150	0.150
Tijera de podas	0.046	0.046	0.046	0.046
Guantes	0.02	0.026	0.026	0.026
Cañas	1.00	1.00	1.00	1.00
Jornales	10.0	10.0	10.0	10.0
Movilización	3.50	3.50	3.50	3.50
Total de costo fijos	16.52	16.52	16.52	16.52
Costo total	16.52	16.98	17.04	17.14
Total de plantas	6	32	20	18
Valor unitario por plantas en el mercado	1.00	1.00	1.00	1.00
Total de ingreso	6.00	32.00	20.00	18.00
Beneficio neto	-10.52	15.02	2.96	0.86
Relación beneficio costo	-0.63	0.88	0.17	0.05
Rentabilidad	-63.68	88.45	17.37	5.01

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones.

- En la propagación de esqueje de achotillo mediante el uso de ácido naftalenacético (ANA) y indolbutírico (AIB) en diferentes concentraciones, se obtuvieron buenos resultados, en las variables evaluadas, paralelamente las estacas sin hormonas también enraizaron, pero con resultados significativamente inferiores, sin embargo, estos resultados son menores a los reportados en otras investigaciones forestales con la utilización de estas hormonas.
- El tratamiento T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB) fue el mejor en todas las variables; con un porcentaje de enraizamiento de 58.75 %, un peso de masa radicular 2.31 g, un promedio de 1.81 brotes y una longitud de brotes 2.93 cm.
- En cuanto a la relación beneficio costo (B/C), el tratamiento con mayor rentabilidad fue el T1 (2000 ppm de ANA + 2000 ppm de AIB) con 88.45 de rentabilidad.

5.2. Recomendaciones.

- Emplear la metodología de esta propuesta para el enraizamiento de esquejes de achotillo con hormonas con la concentración: 2000 ppm de ANA + 2000 ppm ANA + AIB, que fue el mejor de los resultados que se dio en este trabajo investigativo.
- Utilizar concentraciones bajas en esta especie de cultivo para tener un buen desarrollo de la planta y del sistema radicular.
- Realizar nuevas investigaciones sobre el tema utilizando diferentes sustratos a los estudiados.
- Como existe muy poca información de este tipo de propagación vegetativa (asexual) utilizando estas hormonas en el cultivo de achotillo se recomienda dar a conocer e impulsar su uso, ya que los beneficios que presenta brinda mejores alternativas de propagación entre los agricultores.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFÍA.

6.1. Referencia bibliográfica.

1. Vargas-Calvo A. Síntomas asociados con altas concentraciones de boro en rambután. *Agronomía mesoamericana*. 2009 Enero-julio; 20(1): p. 121-126.
2. Arias M, Calvo I. El cultivo de rambután (*Nephelium lappaceum* L). Costa Rica: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria; 2014. Report No.: ISBN: 978-9968-877-66-4.
3. Pérez J, Arévalo L, Avedaño C, Cadena J, Valdovinos G, Aguirre J. Cambios físicos y bioquímicos durante el desarrollo y senescencia de frutos de rambután (*Nephelium lappaceum* L.). *Revista chapingo serie horticultura*. 2011 enero-abril; 17(1): p. 31-38.
4. Gonzáles V. Proyecto para la exportacion de rambutan (achotillo) a la comunidad economica Europea. [Online].; 2010. Available from: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10083/1/Proyecto%20para%20la%20exportaci%C3%B3n%20de%20Rambutan%20%28Achotillo%29.pdf>.
5. Ramírez A, Cruz N, Franchialfaro O. Uso de bioestimuladores en la reproducción de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Cultivos Tropicales*. Instituto Nacinal de Ciencias Agrícolas. 2003; 24(1): p. 59-63.
6. Morocho G. Propagación vegetativa de café robusta (*Coffea canephora*) utilizando polvos enraizantes, ácido indolbutírico (AIB), y ácido naftalenacetico (ANA) en diferentes concentraciones en ventanas. Tema de Tesis. Quevedo-Los Rios-Ecuador: Universidad técnica estatal de quevedo; 2015.
7. Ramos L, Cruz N, Morante J, Villacís 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*. Recursos Genéticos Forestales. 2006; 8(1): p. 9-12.

8. Lagos, J. Principios básicos de propagación de especies frutales tropicales. Universidad Nacional de Agricultura; 2016.
9. Tinitana R. Estudio de la calidad Postcosecha de la Pitahaya Amarilla (*Selenicereus megalanthus*) Minimamente procesada (FRESH-CUT). Tesis. Quito: Escuela Politécnica Nacional; 2014.
10. Cossio L. Reguladores de crecimiento. Guía de Estudio. , Biología; 2013.
11. Macías J. Propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA y AIB. Prebio a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. Quito-Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2013.
12. Sagarpa , Inifap. Frutas tropicales no tradicionales para Veracruz. Folleto Técnico Núm. 45. Primera ed. Esqueda V, Tosqui O, editors. Veracruz; 2009.
13. García L, Salinas R, Ulín F, Petit D, Báez R, Mercado J, et al. Efecto del envasado en la conservación de frutos de rambután (*Nephelium lappaceum* L.) almacenados en refrigeración. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. 2013; 14(2): p. 101-108.
14. Vargas A. Descripción morfológica y nutricional del fruto de Rambutan (*Nephelium lappaceum* L). AGRONOMIA MESOAMERICA. 2003; 14(2): p. 201-206.
15. Ávila H, Matínez L, Sánchez V, Vásquez N, Vázquez D. Diagnóstico del sistema de producción de rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) En la Región Soconusco, Chiapas. Reporte del trabajo de campo integrador II. Soconusco, Chapingo: Universidad Autónoma Chapingo; 2006.
16. Moreno E. Efectos de prácticas agronómicas en la calidad postcosecha de frutos de rambután (*Nephelium lappaceum* L.). Tesis de Ciencias. México: Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia; 2013.
17. Giler M. Lixiviación de la semilla de rambután como método de extracción de aceite,

- análisis y caracterización de la misma para su uso industrial. Previo a la obtención del título de ingeniero químico. Guayaquil-Ecuador: Universidad de Guayaquil; 2013.
18. Román F. Un estudio de comercialización para la posible producción del cultivo de rambután en Estado de Oaxaca. Tesis de Grado. Oaxaca: Universidad Tecnológica de la mixteca; 2002.
 19. Hernández M, Nieto D, Matínez D, Ortiz D, Nava C, Bautista N. Almacenamiento postcosecha de rambutan en dos temperaturas y atmósferas modificadas. Asociación Interciencia. 2012 Julio; 37(7): p. 542-546.
 20. Tepic. Nayarit. Rambutan. Una alternativa de producción para el estado de Nayarit. ; 2003.
 21. Managua. Guía práctica de exportación de rambutan a los Estados Unidos. Guía. Nicaragua: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura representación de IICA en Nicaragua; 2007 Octubre.
 22. Samayoa P. Evaluación de dos tratamientos de calcio en diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y potasio para el control de clorosis y desarrollo de plantas de rambutan vivero, Morales, Izabal. Guatemala - Chiquimula: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2010.
 23. Quinapallo T, Velez N. Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales promisorias del bosque seco del Cantón Zapotillo, Provincia de Loja. Tesis Agropecuaria. Loja – Ecuador: Universidad Nacional de Loja; 2013.
 24. Guerrón A, 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), Tumbaco-Quito. Tesis Agropecuaria. Ibarra – Ecuador: Universidad Técnica del Norte; 2014.
 25. Carrera J. “Evaluación del efecto de biorreguladores sobre la calidad y tamaño del fruto de naranjilla (*Solanum quitoense*) en la localidad de Nanegalito”. Informe del proyecto de

- investigación presentado como requisito parcial para optar al título de ingeniero agropecuario. Quito - Ecuador: Escuela politécnica del ejército, Departamento de ciencias de la vida; 2009.
26. Hernández J, Aramendiz H, Enrique C. Influencia del ácido indolbutírico y ácido naftalenoacético sobre el enraizamiento de esquejes de caña flecha (*Gynerium sagittatum* Aubl.). Temas Agrarios. 2005 Julio; 10: p. 5-13.
 27. Espinosa P. Evaluación del efecto de dos bioestimulantes en el cultivo de rosa (*Rosa* sp) variedades charlotte y konffeti. Cayambe, Pichincha. Tesis de agronomía. Quito;; 2014.
 28. Reyes C. Evaluación de híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en hidroponía aplicando bioestimulante jisamar en el cantón la Libertad. Tesis Agropecuaria. La libertad: Universidad estatal península de Santa Elena; 2009.
 29. Aldaz L, Ochoa I. Propagación asexual de diez especies forestales y arbustivas en el jardín botánico “Reinaldo espinosa”. Tesis de Ingeniería Forestal. Loja – Ecuador: Universidad Nacional de Loja; 2011.
 30. Cruz M, Marina L, Romero M. Fitohormonas. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Biología; 2010.
 31. Cruz N, Morante J, Acos M. Propagación Vegetativa de Fernan Sánchez (*Triplaris guayaquilensis*) Mediante la Utilización de Hormonas de Enraizamiento (ANA Y AIB). Ciencia y Tecnología. 2008; 1(1): p. 7-10.
 32. Rios C. Efecto de cinco dosis de ácido indol-3-butírico en el enraizamiento de estacas de morera (*Morus* spp). Tesis Agropecuaria. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2013.
 33. INAMHI. Anuario Meteorológico. [Online].; 2012. Available from: <http://www.serviciometereologico.gob.ec/wpcontent/uploads/metereologicos/Am%202011.pdf>.

CAPITULO VII
ANEXOS.

7.1. Análisis de varianza de las variables estudiadas.

ANEXOS 1. Análisis de la variación del porcentaje de enraizamiento (%) de estacas de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB).

F.V.	Df.	SC	CM	F.CALCULADA	CV	Pr>F
Tratamiento	3	47.59	15.86	39.60	10.39	<0.0001
Error	12	4.80	0.40			
Total	15	52.40				

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

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

ELABORADO: AUTORA.

ANEXOS 2. Análisis de la variación del número de brotes en el enraizamiento de estacas de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB).

F.V.	Df.	SC	CM	F.CALCULADA	CV	Pr>F
Tratamiento	3	1.03	0.34	4.89	17.68	<0.0191
Error	12	0.83	0.07			
Total	15	1.88				

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

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

ELABORADO: AUTORA.

ANEXOS 3. Análisis de la variación de la longitud de brotes (cm) en el enraizamiento de estacas de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB).

F.V.	Df.	SC	CM	F.CALCULADA	CV	Pr>F
Tratamiento	3	11.11	3.70	36.12	16.31	<0.0001
Error	12	1.23	0.10			
Total	15	12.34				

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

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

ELABORADO: AUTORA.

ANEXOS 4. Análisis de la variación del peso de la masa radicular (g) en el enraizamiento de estacas de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB).

F.V.	Df.	SC	CM	F.CALCULADA	CV	Pr>F
Tratamiento	3	0.50	0.16	7.83	8.14	0.0037
Error	12	0.25	0.02			
Total	15	0.76				

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

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

ELABORADO: AUTORA.

ANEXOS 5. Análisis de la variación del porcentaje de mortalidad (%) en el enraizamiento de estacas de achotillo (*Nephelium lappaceum* L.) mediante la aplicación de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB).

F.V.	Df.	SC	CM	F.CALCULADA	CV	Pr>F
Tratamiento	3	19.95	6.65	38.87	4.86	<0.0001
Error	12	2.06	0.17			
Total	15	22.01				

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

FUENTE: ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

ELABORADO: AUTORA.

ANEXOS 6. FOTOS DEL TRABAJO DE CAMPO.

Preparación del terreno



Figura 1. Preparación de la platabanda



Figura 2. Platabanda con sustrato
tierra+arena+carboncillo



Figura 3. Preparación del propagador



Figura 4. División de los tratamientos con sus respectivas repeticiones

Preparación de las hormonas ANA y AIB



Figura 5. Materiales



Figura 6. Peso del talco



Figura 7. Disolviendo el talco con la ayuda del alcohol

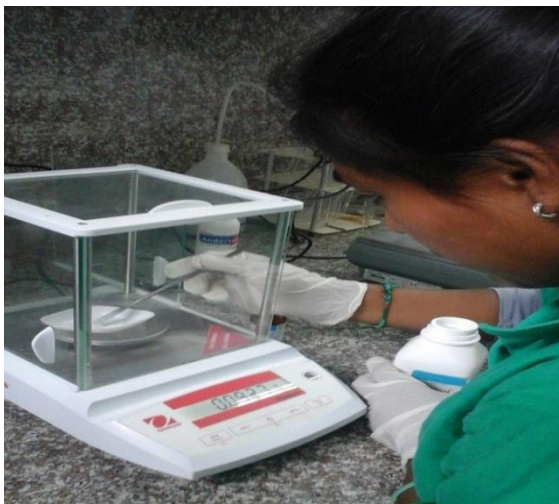


Figura 8. Pesado de la hormona ANA



Figura 9. Hormonas ANA + AIB

Corte y siembra de los estacas de achotillo



Figura 10. Plantación de achotillo



Figura 11. Corte de las estacas



Figura 12. Cubriendo el corte de la estaca para mantenerla fresca durante su traslado



Figura 13. Desinfectando la tijera



Figura 14. Desinfectando los tratamientos



Figura 15. Distribución de los tratamientos con sus repeticiones



Figura 16. Corte los estacas para la siembra



Figura 17. Desinfectando las estacas



Figura 18. Aplicación de las hormonas



Figura 19. Siembra



Figura 20. Cubriendo el propagador de manera que no entre aire

Toma de datos



Figura 21. Abriendo el propagador a los 60 días



Figura 22. Limpieza



Figura 23. Tomando datos



Figura 24. Contabilizando el número de brotes



Figura 25. Midiendo la longitud de brotes



Figura 26. Porcentaje de enraizamiento



Figura 27. Estacas enraizada y con brotes