



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

TESIS DE GRADO

“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ACHOTILLO (*Nepelium lappaceum*) POR MEDIO DE ESQUEJES UTILIZANDO HORMONAS ANA Y AIB EN LA COOPERATIVA 6 DE AGOSTO CANTÓN VALENCIA”

Previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

AUTORA:

Mary Monserrate Cevallos Barreto

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Freddy Agustín Sabando Ávila, MSc.

QUEVEDO – ECUADOR

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Mary Monserrate Cevallos Barreto** declaro que el trabajo aquí descrito 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 trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Mary Monserrate Cevallos Barreto

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, Ing., **Freddy Sabando Ávila** M.Sc., Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado **Mary Monserrate Cevallos Barreto**, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario titulada **“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE ACHOTILLO (*Nepelium lappaceum*) POR MEDIO DE ESQUEJES UTILIZANDO HORMONAS ANA Y AIB”**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Freddy Sabando Ávila, M.Sc.
DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

Unidad de Estudios a Distancia

Modalidad Semipresencial

Carrera Ingeniería Agropecuaria

**Presentado a la Comisión Académica de la Unidad de Estudios
a Distancia, como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniero Agropecuario**

Aprobado:

**Ing. Francisco Espinosa Carrillo, M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS**

**Ing. Guido Álvarez Perdomo, M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

**Ing. Freddy Javier Santana, M.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2015

AGRADECIMIENTO

La autora muestra su agradecimiento de consideración y estima a:

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Institución digna que me cobijo en especial las autoridades y personal docente, por su apoyo y conocimientos inculcados durante mi etapa de formación profesional.

Ing. Guadalupe Murillo Campusano, MSc. Vicerrectora Administrativa de la UTEQ, por su gestión en la UED y apoyo a los estudiantes.

Ing. Lauden Geobakg Rizzo Zamora, MSc. Coordinador de la Carrera Agropecuaria, por su apoyo y motivación para la exitosa culminación de esta investigación de tesis.

Al Ing. Freddy Agustín Sabando Ávila, MSc., por ser el maestro guía que llevo a cabo en todo momento la culminación de esta tesis.

A mis padres e hijos que de una u otra forma me ayudaron para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a DIOS, por permitirme cumplir uno de mis sueños, a mis hijos Rommel, Diana, Zoila y Leonel por su apoyo moral, a mis padres Luis Cevallos y Aura Barreto por su ayuda incondicional.

Para que se esfuercen y logren sus metas no hay barreras que no se puedan cruzar, el éxito no tocará sus puertas si las mantienen cerradas, el éxito consiste en salir a buscarlo.

Mary Cevallos Barreto

ÍNDICE

Contenido	Página
PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	iii
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
INDICE.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
RESUMEN EJECUTIVO.....	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Introducción	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo General	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3. Hipótesis	3
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Revisión de Literatura	5
2.1.1. Origen y Distribución.....	5
2.1.2 Generalidades.....	7
2.1.3 Taxonomía	8
2.1.4 Descripción del cultivo	8
2.1.4.1. El fruto.....	9
2.1.4.2 Las Flores	9
2.1.5. Métodos de propagación.....	10
2.1.5.1. Propagación asexual o vegetativa.	10
2.1.5.2. Propagación vegetativa a través de estacas.....	10
2.1.5.3. Factores que Condicionan El Enraizamiento de Esquejes:.....	11
2.1.6. Hormonas	12

2.1.6.1. Auxinas	12
2.1.6.2. Efectos de la auxina.....	12
2.1.6.3. Inducción del enraizamiento	13
2.1.7. Elección de la planta madre:.....	13
2.1.8. Trabajos desarrollados en propagación vegetativa por esquejes.	14
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Materiales y Métodos	17
3.1.1 Localización y duración del experimento.	17
3.1.2 Condiciones Meteorológicas	17
3.1.3 Materiales y equipos	18
3.1.3.1. Materiales de Campo.....	18
3.1.4. Tratamientos.....	19
3.1.5. Unidades Experimentales	19
3.1.6. Diseño Experimental.....	20
3.1.7 Datos registrados y método de evaluación.	21
3.1.7.1. Numero de Brotes.....	21
3.1.7.2. Número de raíces.	21
3.1.7.3. Longitud de raíces.	21
3.1.7.4. Porcentaje de enraizamiento.	21
3.1.7.5. Porcentaje de mortalidad.	21
3.1.7.6. Costos de producción	22
3.1.8. Manejo del Experimento	22
3.1.8.1. Selección del material vegetativo.....	22
3.1.8.2. Preparación del suelo	22
3.1.8.3. Construcción del umbráculo para el cultivo.....	22
3.1.8.4. Sustrato empleado	23
3.1.8.5. Preparación de los polvos enraizantes	23
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1. Resultados y discusión	24
4.1.1. Numero de brotes	25
4.1.2. Numero de raíces	26

4.1.3. Longitud de raíces	27
4.1.4. Enraizamiento de la planta en porcentaje.....	28
4.1.5. Porcentaje de mortalidad.....	29
4.1.6. Costo de Producción.....	31
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDIONES	32
5.1 Conclusiones	33
5.2. Recomendaciones	33
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA	34
6.1. Bibliografía.....	35
CAPÍTULO VI ANEXOS	40
6.1. ANEXO 1. Análisis de variación.....	41
6.2. ANEXO 2 Fotos	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Condiciones meteorológicas	17
2. Esquema del análisis de varianza	19
3. Lineamiento Experimental.....	20
4. Unidad experimental	20
5. Promedio de números de brotes efecto de tres dosis de ácido indolbutírico AIB y ácido Naftalenecetico ANA en el enraizamiento de esquejes de achotillo (<i>Nepelium lappaceum</i>).	25
6. Promedio de números de raíces de efecto de tres dosis de ácido indolbutírico AIB y ácido Naftalenecetico ANA en el enraizamiento de esquejes de achotillo (<i>Nepelium lappaceum</i>).	27
7. Promedio de longitud de raíces de efecto de tres dosis de ácido indolbutírico AIB y ácido Naftalenecetico ANA en el enraizamiento de esquejes de achotillo (<i>Nepelium lappaceum</i>).	29
8. Porcentaje de enraizamiento de efecto de tres dosis de ácido indolbutírico AIB y ácido Naftalenecetico ANA en el enraizamiento de esquejes de achotillo (<i>Nepelium lappaceum</i>).	31
9. Promedio de porcentaje de mortalidad	33
10. Análisis económico	34

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la cooperativa "6 de agosto" ubicada a 15 km al oeste del Cantón Valencia, Provincia Los Ríos. Cuya ubicación geográfica es 1° 06' de latitud Sur, a una altitud de 120 m.s.n.m. Coordenadas geográficas 79° 27', con una duración de 90 días. Esta investigación analiza el enraizamiento de esquejes de achotillo (*Nephelium lappaceum*) fruta no tradicional, utilizando las hormonas (ANA y AIB) para inducción de raíces, debemos destacar a la propagación vegetativa por el método de esquejes juveniles, reconocida como uno de los procesos de mayor impacto tecnológico, por su eficiencia en la obtención de altos porcentajes de enraizamiento, y mayor viabilidad económica. Se evaluó el efecto de tres dosis de ácido indolbutírico, y ácido Naftalenecético ANA, en el enraizamiento de esquejes de achotillo, se utilizó un (DBCA), Diseño de bloques Completamente al Azar con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones y catorce unidades experimentales, en dosis de 1000 mg kg⁻¹ de ANA y AIB, 1200 mg kg⁻¹ de ANA y AIB, 1400 mg kg⁻¹ de ANA y AIB, y un testigo (sin hormonas), que constituyen los tratamientos en estudio. Se evaluó número de raíces, longitud de raíz, número de brotes, el porcentaje de mortalidad, porcentaje de enraizamiento, aplicando la Prueba de Tukey al 95% para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos. La mejor respuesta se obtuvo con la dosificación de 1400 mg Kg⁻¹ ANA y AIB fue el mejor en número de raíces 20.29; longitud de raíces 21.46 cm; el porcentaje de enraizamiento de 43.75. % igual que el T3 1200 mg Kg⁻¹ ANA y AIB, y porcentaje de mortalidad de 37.50 % mientras que al testigo tuvo un 31.25 % de mortalidad y un 50 de enraizamiento.

Palabras Claves: Esquejes, enraizamiento, propagación, ANA y AIB.

ABSTRACT

This research analyzes the rooting of cuttings achotillo (Rambutan) nontraditional fruit, using hormones (NAA and IBA) for root induction, we must emphasize vegetative propagation by cuttings juveniles method, recognized as one of the processes greater technological impact, efficiency in obtaining high percentages of rooting, and more economically viable. The effect of three doses of indole butyric acid and acid Naftalenecetico ANA on the rooting of cuttings achotillo, this is an evergreen tree was evaluated, one (DBCA), block design completely randomized with four treatments, four replicates and was used Fourteen experimental units at a dose of 1000 mg kg⁻¹ NAA and IBA 1200 mg kg⁻¹ NAA and IBA 1400 mg kg⁻¹ NAA and IBA, and a control (without hormones), which constitute treatments study Root number, root length, number of outbreaks, mortality rate, percentage of rooting, using the Tukey test at 95% to determine significant differences between treatments were evaluated. The best response was obtained with the dosage of 1400 mg kg⁻¹ NAA and IBA was the best number of roots 20.29; 21.46 cm root length; the rooting percentage of 43.75. % Like the T3 1200 mg kg⁻¹ NAA and IBA, and percent mortality of 37.50% while the witness had a 31.25% mortality and 50 of rooting.

Keywords: cuttings, rooting, propagation, NAA and IBA.

CAPÍTULO I
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

La propagación por esquejes es una práctica poca usada y el uso de hormonas enraizantes no es conocida en nuestro medio debido al desconocimiento de esta labor cultural, esta forma de propagación de plantas en corto tiempo se está dando a conocer para que los fruticultores de frutas exóticas no tradicionales y los agricultores en general puedan obtener plantas de alta calidad de rápida producción y genéticamente igual a la planta madre.

El uso de las hormonas (ANA y AIB) sirven para la inducción de raíces así estas plantas pueden multiplicarse en grandes cantidades. El cultivo de achotillo es poco tradicional, debido a las características sexuales de este árbol frutal; ya que al momento de producir se puede ver que no todos los árboles están aptos para la producción debido a que unos son masculinos y otros femeninos y los dueños de los cultivos talan los árboles no productivos, para evitar esta pérdida de tiempo se dará a conocer este método de propagación para obtener plantas de alta producción y así fomentar esta Práctica en nuestro medio.

El enfoque frutícola está dado por el alto potencial agronómico que presenta esta especie para su desarrollo a nivel comercial, atribuido a su gran adaptabilidad frente a un amplio rango de condiciones climáticas, por su resistencia, por su precocidad productiva y a las excelentes cualidades organolépticas de sus frutos.

Además se lo ve como una nueva alternativa de producción, para cubrir las necesidades del sector rural que buscan diversificar su oferta de productos a través de la implementación de nuevos frutales, mejorando así su rentabilidad económica. Por tratarse de una fruta no tradicional, despierta interés entre los productores por el valor económico que pueden alcanzar los frutos y por la rusticidad de las plantas, lo que permitiría manejos agronómicos amigables con el medio ambiente.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar la propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium lappaceum*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA y AIB en la Cooperativa 6 de Agosto Cantón Valencia.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ❖ Determinar la longitud de las raíces en achotillo en altas concentraciones de hormonas (ANA y AIB).
- ❖ Establecer la dosis adecuada de hormonas (ANA y AIB) para la inducción de raíces en esquejes de achotillo.
- ❖ Analizar la relación beneficio costo de los tratamientos en estudio de achotillo.

1.3. Hipótesis

- ❖ Con la aplicación de hormonas (ANA y AIB), 1400 mg presenta una mejor longitud de raíces en esquejes de achotillo (*Nepelium lappaceum*).
- ❖ Con la aplicación de 1200 mg/kg de Hormonas (ANA y AIB) se obtuvo plantas a bajo costo de producción.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Revisión de Literatura

2.1.1. Origen y distribución

Aunque Indonesia es reconocida como el centro de diversidad del género *Nephelium*, la mayoría de los taxónomos consideran que el achotillo es nativo del archipiélago malayo. Esta especie se ha difundido desde tiempos prehistóricos en la mayoría de los países tropicales del Sureste de Asia. Sin embargo, son introducciones de materiales seleccionados durante el siglo XX las que han permitido el desarrollo del cultivo en escala comercial en varios de estos países. Indonesia y Malasia. Posteriormente, a través de programas de introducción de materiales selectos, se fomentó con buenos resultados en Las Filipinas, Tailandia, Vietnam y Sri Lanka **(Fhia, 2006)**.

El achotillo cuyo nombre proviene del vocablo malayo "*rambut*" que significa "pelo", en referencia a los espinaretes largos y suaves que cubren la superficie del fruto, pertenece a la familia Sapindaceae, la cual incluye más de 150 géneros y cerca de 2000 especies de árboles, arbustos, plantas herbáceas y trepadoras de amplia distribución en los trópicos y zonas cálidas del planeta **(Fhia, 2006)**.

La historia del achotillo en América Latina es aún muy corta. Este cultivo fue Introducido en México y Centroamérica entre los años 1950 y 1960. Durante los Primeros 30 años el cultivo se mantuvo como una planta exótica y ornamental en algunas huertas familiares de la zona de Cacaohatán, por el interés de lo exótico se va desarrollando y difundiendo en toda la región. Sin embargo, viendo la aceptación de la gente se comienza a desarrollar como cultivo pero muy artesanal por la gran mayoría. Al inicio se reproduce solamente por semilla en donde se obtienen muy pocos árboles hembra que pueden dar fruto **(Fhia, 2006)**

Dentro del género *Nephelium* se encuentran otras especies de árboles produciendo frutas comestibles, conocidas principalmente en los países del sureste asiático, entre las cuales están el pulasán (*N. mutabile* Blume), el bulala (*N. intermedium* Radlk), el aluao (*N. xerospermoides* Radlk), y el Kuching (*N. malaiense* Griff.). Pero la familia Sapindaceae se conoce principalmente a través de otras especies que producen frutas comestibles y que han sido cultivadas desde tiempos inmemoriales en sus zonas de origen respectivas, de las cuales se pueden mencionar: el lichi (*Litchi chinensis* Sonn) el longán (*Euphoria longana* Lam.), el mamoncillo (*Melicocca bijuga* Linn.) oriundo de América tropical y el akee (*Blighia sapida* Linn.) de origen africano **(Fhia, 2006)**.

Por otra parte, los estándares internacionales establecidos en el Codex Norm for Rambután 246-2005 indican: color rojo uniforme, libre de lesiones, daños por insectos y enfermedades, peso superior a 30 g y un contenido de sólidos solubles totales de 16 a 18% para considerar un fruto de calidad comercial **(Crane, J., F. .Zee , G. Bende r, B. Brunner , y C, 2005)**.

Mencionan que el efecto del estrés hídrico en los frutos depende de la severidad y el tiempo que se someta la planta, pero la carga de la misma sí afecta al tamaño del fruto **(Parra-Quezada, R. A, T. L. Robison, J. Osborne y L. B. 2008)**

Sin embargo, cultivos de achotillos que fueron sometidos a estrés hídrico durante una semana resultaron en la inducción de la floración y en un aumento en el número de brotes, lo que sugiere que un déficit de riego monitoreado puede generar dos producciones de fruta al año **(Rodríguez, L.G. 2008)**.

Diversos estudios han demostrado que la pérdida de peso del fruto de achotillo es directamente proporcional al número de sus espiternos; sin embargo, el principal factor que determina que el fruto comience a deshidratarse bajo ciertas condiciones ambientales es la densidad estomática que presenten los espiternos porque influyen en la cantidad de oxígeno disponible para la

actividad de enzimas como la polifenol-oxidasa y peroxidasa presentes en el tejido y responsables del oscurecimiento del pericarpio **(Yingsanga, P., V. Srilaong, y S. Kanlayanarat. 2006.)**.

La aceptación en los mercados regionales, nacionales y la Cercanía con Norte América y Sudamérica están posicionando al cultivo como Alternativa económica en zonas frutícolas y cafetaleras del estado de Chiapas **(Siap, 2008)**.

2.1.2 Generalidades

Fue introducido por primera vez en el hemisferio Occidental en Puerto Rico a principios del siglo pasado y las primeras plantas llegaron al trópico de Honduras en el año 1927, traídas por el legendario investigador agrícola Wilson Popenoe, las que fueron sembradas en el Jardín Botánico Lancetilla, ubicado en el sector de Tela, Departamento de Atlántida, a partir de las cuales se ha diseminado en Honduras y demás países centroamericanos **(Ahperambutan, 2006)**.

Demostraron que las estomas en achotillo no registran un cierre parcial o total durante el día ni bajo condiciones de oscuridad, lo que sugiere que ésta sea una de las consecuencias de que los frutos de achotillo sean altamente perecederos **(Caballero, et, al, 2011)**.

El principal factor que afecta la pérdida del color es el oscurecimiento del pericarpio debido a la deshidratación del fruto, lo que ocasiona el deterioro del mismo después de la cosecha, a menudo dentro de 3 o 4 días. Aunque la pérdida de agua y el oscurecimiento del pericarpio pueden no afectar la calidad comestible del fruto, en gran medida se reduce el valor comercial en los mercados occidentales y se considera una de las principales causas de la pérdida pos cosecha. **(Caballero, et, al, 2011)**.

Los estándares internacionales establecidos en el Codex Norm for Rambután 246-2005 indican: un color rojo uniforme, peso superior a 30 g y un contenido de sólidos solubles totales de 16 a 18 % para considerar un fruto de calidad comercial (**Codex Alimentarius, 2005**).

2.1.3 Taxonomía

Nombre Científico: (*Nephelium lappaceum*)

Nombre Común: Mamon Chino, Rampostan, Achotillo, Rambután, Rambutanés.

Familia: Sapindaceae.

Origen: Indonesia y Malasia

(**Fhia, 2006**).

2.1.4 Descripción del cultivo

El achotillo es un árbol de mediana altura que puede alcanzar 12 a 25 metros de altura. Cuando es propagado por semilla y tiene amplio espacio para crecer, esta especie desarrolla un tronco erecto de 40 a 60 cm de diámetro, con ramas primarias altas y una copa relativamente densa, ancha y redonda. Las plantas propagadas vegetativamente (por acodo aéreo o injerto de aproximación o de parche) tienen un porte mucho más bajo, alcanzando en promedio 4 a 6 metros. La corteza es de color verde claro, ligeramente rugoso, muchas veces recubierta con algas y líquenes de color blanco. Durante las etapas de crecimiento se presentan estrillas a lo largo del tallo y ramas que son visibles en los meses de febrero y marzo (**Fhia, 2006**).

Las hojas son alternas y compuestas con un raquis robusto de 7 a 25 cm de largo y de dos a cuatro pares de folíolos. Los folíolos tienen 10 a 20 cm de largo y de 2 a 10 cm de ancho, son sub-opuestos o alternados, elípticos a ovoides con el ápice obtuso, ligeramente coriáceo, de color verde oscuro brillante en el haz y verde pálido en el envés. Las hojas jóvenes son suaves, verde claro o rosadas y velludas a lo largo de las venas (**Fhia, 2006**).

2.1.4.1. El fruto

El fruto es redondo u ovoide de pericarpio rojo o amarillo, con espiternos largos, posee un arilo comestible blanco o traslúcido, dulce, jugoso y rico en vitamina C **(Wall, M. M. 2006)**.

La firmeza en los frutos de achotillo es importante ya de que se ha demostrado que influye directamente con la pérdida de agua, así como del oscurecimiento del pericarpio **(Yingsanga, P., V. Srilaong, y S. Kanlayanarat. 2006)**.

Estudios anteriores también han mostrado que la morfología del fruto afecta la pérdida del color rojo característico debido a la presencia de estomas en los espiternos los cuales permiten la salida de agua del fruto **(Wongs, A.C y S. Kanlayanarat, 2005)**.

Siendo el arilo y el pericarpio los componentes más importantes del fruto con 44 y 47 % del total, de esta manera, la obtención de frutos con un porcentaje mayor de arilo tienen una buena aceptación tanto en el mercado nacional como para la exportación **(Caballero et al, 2011)**.

2.1.4.2. Las flores

Las inflorescencias crecen en forma de panícula en la punta de los nuevos brotes tienen 15 a 20 cm de largo pero en algunos clones pueden alcanzar mayor longitud, las flores no tienen una corola definida, son de color blanco-verdoso, de pedicelos cortos y finos, recubiertos de una fina y densa pubescencia el cáliz es de color verde cubierto con una fina pubescencia, dividido en 4 a 6 lóbulos, verde-amarillos **(Fhia, 2006)**.

2.1.5. Métodos de propagación

2.1.5.1. Propagación asexual o vegetativa

Esto es posible, debido a que las células vegetales conservan la capacidad de regenerar la estructura entera de la planta; esta capacidad se debe a factores como la totipotencia, es decir, que cada célula vegetal viviente contiene en su núcleo, la información genética necesaria para reconstituir todas las partes de la planta y sus funciones, a través de reproducción somática basada exclusivamente en mitosis; y la des diferenciación o capacidad de las células maduras de volver a una condición meristemática y desarrollar un punto de crecimiento nuevo **(Vieira de Souza, 2007)**.

Hoy día, se practica generalmente la enjertación por aproximación de parche o de enchape lateral en Honduras, algunos productores y viveristas de la zona de Tela, Atlántida, han venido practicando desde hace dos décadas el injerto de aproximación, pero desde 1997, el Programa de Diversificación de la FHIA ha estado introduciendo y promoviendo el injerto de parche, adaptado de la técnica que se utiliza en la propagación del hule y del cacao **(Fhia, 2010)**.

2.1.5.2. Propagación vegetativa a través de estacas

La rama adecuada para la propagación por estaca, es aquella que esta lista para florear, Las estacas se preparan de la parte apical y media, su longitud varia de 9.0 a 12 cm, se utilizan en promedio 4 hojas por estaca, luego se poda cada hojita hasta un 30 % del área foliar y se colocan en la cámara húmeda a 5 x 5 cm de distanciamiento entre estacas y a 3 cm de profundidad **(Puente, L. 2008)**.

La estaca es una porción separada de la planta, provista de yemas caulinares y hojas, e inducida a formar raíces y brotes a través de manipulaciones químicas, mecánicas y/o ambientales la estaca una vez enraizada se llama barbado **(Barbat, T. 2006)**.

El objetivo de la multiplicación por este método, es conseguir estacas enraizadas de calidad, que respondan bien y rápidamente al trasplante, presenten gran uniformidad y sean la mejor base para alcanzar plantas de calidad **(López D; Carazo, N. 2005)**.

Logró obtener 45.8 % de enraizamiento con tratamiento hormonal de 2000 ppm de AIB en 60 días, utilizando estacas semileñosas de 20 cm de largo, con mitad de hoja **(Saavedra, A. 2007)**.

Consiguió 65.8 % de enraizamiento, utilizando estacas juveniles de 8.0 cm de largo, con 2000 ppm de AIB, y arena media en cámaras de sub-irrigación **(Bartra, J. 2009)**.

Logró obtener 92.6% y 87.7% de enraizamiento, utilizando estacas juveniles de sachá inchi con 1500 y 2000 ppm de AIB, con arena media y cámara de sub irrigación; este resultado fue el máximo obtenido hasta la fecha **(Ruíz. H. 2009)**.

2.1.5.3. Principales factores que condicionan el enraizamiento de esquejes

El enraizamiento de estacas pueden verse alterado por diversos factores. Los factores que tienen mayor influencia para lograr un adecuado enraizamiento en la propagación por esquejes son:

Escoger la mejor planta madre para obtener brotes juveniles, en buen estado nutricional, con características en; longitud y diámetro de los esquejes. presencia de hojas y yemas. condiciones ambientales (iluminación temperatura, humedad relativa, medio) propicias a inducirlos al enraizado. capacidad de los esquejes, a prosperar después del trasplante para conseguir plantas de calidad **(López, D; Carazo, N. 2005)**.

Actualmente se están realizando esfuerzos por establecer jardines clonales provenientes de estacas juveniles enraizadas y por injertos en la Amazonía peruana **(IIAP, 2009)**.

En los últimos 20 años, las técnicas usadas de mini jardines tuvieron una evolución muy grande con la reducción de área, incremento de la productividad y disminución del tamaño de las estacas **(Mori Da Cunha, A; Wendling, I; Souza, L. 2008)**.

Consiguió 80 y 60% de enraizamiento en *M. dubia* con tratamientos de 200 ppm de AIB por 48 horas de inmersión, seguido por 200 ppm de AIB por 24 horas de inmersión, respectivamente, usó estacas leñosas de 25 cm de longitud y 2 cm de diámetro, provenientes de ramas laterales de las plantas de 9 años en desarrollo vegetativo, en camas cubiertas con plástico de polietileno **(Oliva, C. 2005)**.

2.1.6. Hormonas

2.1.6.1. Auxinas

Las auxinas ocupan un lugar destacado al hablar de hormonas de vegetales porque fue la primera hormona descubierta en plantas. Existen diversos procesos en desarrollo controlados por las auxinas: como la elongación del tallo, la dominancia apical, la iniciación radical, el desarrollo del fruto y el crecimiento orientado o trópico **(Taíz 2006)**.

2.1.6.2. Efectos de la auxina

Inhibe el crecimiento de las yemas laterales del tallo promueve el desarrollo de raíces laterales Promueve el crecimiento del fruto produce el gravitropismo (crecimiento en función de la fuerza de gravedad), en combinación con los estatocitos (células especializadas en detectar la fuerza de gravedad, por contener amilo plastos) retrasa la caída de las hojas puede actuar como herbicida regulan el ciclo celular, estimulando la división celular. Se han encontrado en órganos con tejidos que se dividen de forma activa: semillas, frutos y raíces **(Castillo, M.; Y.H. Fréitez y N. Hernández. 2005)**.

2.1.6.3. Inducción del enraizamiento

Como se mencionó, a veces es necesario aplicar sustancias hormonales que provoquen la formación de raíces. Las auxinas son hormonas reguladores de crecimiento vegetal y, en dosis muy pequeñas regulan los procesos fisiológicos de las plantas. Las hay de origen natural como el ácido indolacético (AIA), y sintéticas, como el ácido Indolbutirico (AIB) y el ácido Naftalenacetico (ANA) **(Vivanco, J. 2009)**.

Todos estimulan la formación y el desarrollo de las raíces cuando se aplican la base de los esquejes. La función de las auxinas en la promoción del enraizamiento tiene que ver con la división y crecimiento celular, la atracción de nutrientes y de otras sustancias al sitio de aplicación, además de las relaciones hídricas y fotosintéticas de los esquejes, entre otros aspectos. Un método sencillo es la aplicación de la hormona por remojo de la base de las estacas (de 2 -3cm) en soluciones acuosas y con bajas concentraciones de auxinas (de 4 a 12horas), según las instrucciones de los preparados comerciales **(Vivanco, J. 2009)**.

2.1.7. Elección de la planta madre

En cuanto a los requerimientos nutricionales durante el enraizamiento de las estacas, la aplicación de nutrientes no es necesario durante la fase de inducción, en vista que las estacas utilizan los nutrientes endógenos transportados bisiestamente a partir de los brotes esto es un aspecto relevante de la importancia del optimo estado nutricional de la planta madre **(Mori Da Cunha, A; Paiva, H; Xavier, A; Otoni, W. 2009.)**.

Asimismo, cualquier nutriente que esté presente en los procesos metabólicos, asociados a la diferenciación y formación del sistema radicular es considerado esencial para la iniciación de raíces; a modo de ejemplo, un contenido moderado de nitrógeno en los tejidos es mejor para lograr un enraizamiento optimo; debe existir un equilibrio de bajo contenido de nitrógeno y alto contenido de carbohidratos en la planta madre **(Sadhu, M.K 2005)**.

Sin embargo para que pueda efectuarse la iniciación de raíces, el nitrógeno es importante para la síntesis de ácidos nucleicos y de proteínas, debajo de ese nivel mínimo de disponibilidad de nitrógeno se detiene la iniciación de raíces; asimismo, la cosecha de los brotes para la propagación debe realizarse en las mañanas cuando el material vegetal es turgente **(Sadhu, M.K .2005)**.

Cabe hacer una reflexión en cuanto a la importancia de la época en que se extraen los brotes para las estacas, así en un ensayo en *Nothofagus glauca*, en Argentina, logró el enraizamiento (66.7%) en estacas foliosas en el mes de noviembre, mas no, en el mes de enero donde el enraizamiento fue de 0%, esto posiblemente por las diferentes condiciones climáticas que influyen en la planta madre **(Santelices, R. 2007)**.

2.1.8. Trabajos desarrollados en propagación vegetativa por esquejes

Enraizamiento la combinación 2000 mgkg⁻¹ de ANA + 2000 mgkg⁻¹ de AIB con un valor promedio de 70 y 100%, respectivamente.

Enraizamiento la combinación 2000 mgkg⁻¹ de ANA + 2000 mgkg⁻¹ de AIB con un valor promedio de 70 y 100%, respectivamente.

En la investigación realizada en el enraizamiento de esquejes apicales en madroño (*Arbutus unedo*) mediante reguladores de crecimiento; se determinó que la aplicación del ácido indolbutírico, si tuvo un considerable efecto sobre la capacidad de enraizamiento de esquejes apicales de madroño y que la dosis que tuvo el mayor porcentaje de enraizamiento fue con 2000 ppm de AIB. **(Ochoa J. 2008)**.

Expone que en la investigación se desarrolló un método para la propagación vegetativa del Moral Fino (*Chlorophora tinctoria L.*) donde se empleó las hormonas de enraizamiento ANA y AIB evaluándose cuatro concentraciones de auxinas, donde los mejores resultados en las variables sobrevivencia y porcentaje de 7 Enraizamiento la combinación 2000 mgkg⁻¹ de ANA + 2000

mgkg-1 de AIB con un valor promedio de 70 y 100%, respectivamente. **(Gavilanes, L. 2006).**

Se manifiesta que en la investigación realizada en la propagación de uchuva (*Physalis Peruviana L.*) mediante diferentes tipos de esquejes y sustratos se determinó que con las plantas propagadas por esquejes se cosecharon más rápido, produciendo más frutos que las plantas procedentes de semillas. Indica también que en la formación de raíces, aún existen muchas controversias con respecto a los factores que en ella influye. La capacidad de enraizamiento depende de las características genéticas del material a propagar, edad del cultivo, suplementos exógenos de reguladores y variación de hormonas endógenas **(López, F; Guio, N; Fischer, G; Miranda, D. 2008).**

Se logró 55 y 41% de enraizamiento con tratamientos de 400 ppm de ANA y AIB por 24 horas de inmersión y 400 ppm de ANA + AIB por 48 horas de inmersión, respectivamente, empleando estacas semileñosas de *Myrciaria dubia* proveniente de plantas de 7 años de la estación experimental del IIAP Pucallpa **(Oliva, C. 2005).**

Lograron 96 % de enraizamiento de *C. odorata*, utilizando estacas juveniles de sección media y basal, de 4.5 cm de longitud, con área foliar de 50 cm² (un foliolo), instalado con 8000 ppm de AIB y usando como sustrato cascarilla de arroz carbonizada (CAC) o arena media, tomando en cuenta estas consideraciones el enraizamiento inicia a casi 30 días de instaladas, en la cámara de sub-irrigación **(Soudre, M. 2010).**

CAPÍTULO III
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales y Métodos

3.1.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en la cooperativa “6 de agosto” ubicada a 15 km al oeste del Cantón Valencia. Provincia Los Ríos cuya ubicación geográfica es 1° 06' de latitud Sur, a una altitud de 120 m.s.n.m. Coordenadas geográficas 79° 27', la investigación tuvo una duración de 90 días.

3.1.2. Condiciones meteorológicas

El sitio experimental presentó las siguientes condiciones meteorológicas que se detallan en el cuadro uno.

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas en la “Propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium Lappaceum*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA Y AIB en la cooperativa 6 de agosto cantón Valencia 2015”

Parámetros	Promedios
Clima	Cálido – húmedo
Temperatura	22° a 33°
Humedad Relativa	83,20%
Altitud	120 m.s.n.m.
Heliófila	1450/horas/luz
Precipitación	1867mm/año
Topografía del suelo	Plano

3.1.3 Materiales y equipos

Cuadro 2 Materiales de laboratorio en la “Propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium Lappaceum*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA Y AIB en la cooperativa 6 de agosto cantón Valencia 2015”

Materiales de laboratorio	
Ácido Indol Butírico (AYB)	700 mg kg ¹
Acido naftaleno Acético (ANA)	700 mg kg ¹
Talco	1
Alcohol	1

3.1.3.1. Materiales de campo

Cuadro 3. Materiales de campo en la “Propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium Lappaceum*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA Y AIB en la cooperativa 6 de agosto cantón Valencia 2015”

Materiales de campo	Cantidad
Tijeras	1
Fundas plásticas	250
Navaja de poda	2
Tierra del cultivo qq	2
Calculadora	1
Computadora	1
Papel	1
Lápiz	2
Piola	1
Cámara fotográfica	1
Ramas de achotillo	150
Captan	1

3.1.4. Tratamientos

La investigación se realizó con los siguientes tratamientos:

T1 testigo 0%

T2 aplicación de hormona ANA y AIB 1000 mg /l

T3 aplicación de hormona ANA y AIB 1200 mg/l

T4 aplicación de hormona ANA y AIB 1400 mg /l

3.1.5. Unidades experimentales

En la presente investigación se utilizó 4 repeticiones y 14 unidades experimentales por repetición y 56 plantas por tratamiento.

Cuadro 4. Unidad experimental en la “Propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium Lappaceum*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA Y AIB en la cooperativa 6 de agosto cantón Valencia 2015”

Tratamientos	Dosis		Unidad Experimental	Repeticiones	N° Esquejes/T
T1	Sin hormona		14	4	56
T2	1000 mg /kg ¹ ANA	800mg kg ¹ AIB	14	4	56
T3	1200 mg /kg ¹ ANA	1000mg kg ¹ AIB	14	4	56
T4	1400 mg /kg ¹ ANA	1200 mg kg ¹ AIB	14	4	56
TOTAL			56	16	224

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia (cuadro 2) y para establecer las diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.1.6. Diseño experimental

Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, cada repetición en 14 unidades experimentales.

Cuadro 5. Esquema del análisis de varianza en la “Propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium Lappaceum*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA Y AIB en la cooperativa 6 de agosto cantón Valencia 2015”

Fluente de Variación		Grados de libertad
Repeticiones	r-1	3
Tratamientos	t-1	3
Error	(r-1)(t-1)	9
Total	r.t-1	15

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia (cuadro 2) y para establecer la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba de Tukey al 95%.

Cuadro 6. Delineamiento experimental en la “Propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium Lappaceum*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA Y AIB en la cooperativa 6 de agosto cantón Valencia 2015”

Tratamientos	4
Repeticiones	4
Nº de plantas por bloques	14
Plantas útiles	12
Superficie total del ensayo	16 m ²
Largo del bloque cm	65 cm
Ancho del bloque cm	55 cm

3.1.7 Datos registrados y método de evaluación

3.1.7.1. Número de brotes

Se contó el número de brotes por esquejes a los 45, 52, y 60 días de establecido el experimento.

3.1.7.2. Número de raíces

Se contó el número de raíces en los esquejes a los 45; 52 Y 60 días de establecido el experimento

3.1.7.3. Longitud de raíces

Se tomaron a los 45; 52 y 60 días de iniciado el ensayo, la longitud de raíz en centímetros desde el inicio del esqueje hasta el ápice terminal de la raíz de esta variable.

3.1.7.4. Porcentaje de enraizamiento

Se consideró a partir de los 45 días de iniciado el ensayo el porcentaje de enraizamiento en cada esqueje por su prendimiento

3.1.7.5. Porcentaje de mortalidad

Para obtener el porcentaje de mortalidad se evaluaron 16 plantas por tratamientos a los 45, 52 y 60 días, eso quiere decir que es el 100 % total de las plantas. Ej. El T1 16 plantas evaluadas que da el 100 % de las cuales solo 2 enraizaron eso equivale al 12,5% de enraizamiento.

3.1.7.6. Costos de producción

Para el costo de cada planta de cada tratamiento, se tomó en cuenta los gastos generados por cada uno de los rubros que interviene en la implementación y desarrollo del experimento, obteniendo por separado cada uno de los costos / enraizada, que al ser sumados (para cada tratamiento) determinaran los costos fijos o parciales por planta, para cada tratamiento en estudio.

Para obtener el costo real de las planta en cada una de las variables en estudio así como para cada tratamiento (inclusive las repeticiones), se sumaron al costo parcial o fijo un porcentaje del mismo, igual a la diferencia del porcentaje de plantas sobrevivientes entre 100% (que representa las plantas perdidas) de cada uno de los tratamientos.

3.1.8. Manejo del experimento

3.1.8.1. Selección del material vegetativo

Se utilizó ramas de plantas de achotillo, las mismas que tienen como características: Alta producción y tolerancia a las principales enfermedades.

3.1.8.2. Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó de forma manual, se recogió la tierra y se la desinfecto con 300 g de Captan, luego se la mezclo con el aserrín de balsa quemado y se realizó el llenado de las fundas donde se colocó los esquejes.

3.1.8.3. Construcción del umbráculo para el cultivo

Para reducir la intensidad luminosa y poder controlar la temperatura se construirá el umbráculo de 4 x 3 m, con una estructura de caña cubierto con plástico transparente y un sarán que permite el 20% de paso de luz.

El jardín clonal o de multiplicación debe manejarse como un cultivo, es decir, un sistema de producción muy intensivo que requiere buenas prácticas silviculturales y un manejo adecuado (**Badilla y Murillo, O. 2005**).

3.1.8.4. Sustrato empleado

El sustrato empleado para el enraizamiento de achotillo fue tierra, mas aserrín de balsa quemado el mismo que se colocaron en fundas de polietileno de color negro con dimensiones de 10 x 20 cm, perforadas.

3.1.8.5. Preparación de los polvos enraizantes

Para preparar los polvos enraizantes se procedió a pesar 30 g. de talco y las diferentes concentraciones de ANA y AIB, una vez pesado el contenido de la hormona se diluyo nitrato de amonio con alcohol al 75% en un vaso de precipitación con la ayuda de una espátula, mezclamos bien hasta lograr formar una masa añadiendo más alcohol según sea necesario, luego mezclamos las hormonas para sus respectivas dosis, una vez mezclado se la coloca en un recipiente, este se lo colocara en refrigeración.

Las ramas de achotillo una vez cortadas, inmediatamente se las colocaron en un recipiente con agua para evitar que se deshidraten. Las ramas terminales en "abanico" se cortaron usando el criterio de edad de los árboles y se escogieron ramas "jóvenes" estas se caracterizan por tener tallos de color verde; con hojas suaves, también de color verde tierno. De estas ramas, se escogieron los esquejes: Cada rama se cortaron en secciones o esquejes de 15 a 20 cm. de largo, los cuales se les dejaron de una a tres hojas, cortadas por la mitad, luego se las colocaron en un recipiente para ser desinfectadas con captan.

Los sustratos de enraizamiento a una profundidad de 3 a 4 cm, una estaca por funda. Las fundas con los esquejes, en sus diferentes tratamientos, se las cubrió con un plástico transparente totalmente formando una cámara húmeda, utilizando recipientes con agua dentro del umbráculo.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusión

4.1.1. Número de brotes

En el Cuadro 7, se muestran los resultados del número de yemas brotadas por esquejes a los 45, 52 y 60 días. Del análisis de varianza se establece que a los 52 días en el T3 1200 mg kg⁻¹ ANA y AIB con un promedio de 3,10 hubo significancia estadística y coeficiente de variación fue del 5,48%.

En el cuadro 7 se muestra a los 60 días el T4 con 1400 mg kg⁻¹ de ANA y AIB obtuvo un promedio de 3,20 si hubo diferencia significativa con el resto de los tratamientos y el coeficiente de variación fue de 5,9 %.

En los tratamientos evaluados se observaron un menor número de brotes con la aplicación de ANA y AIB, comparando los dos tratamientos el testigo se observó una mínima diferencia estadística con el resto de tratamientos. Según Tukey al p< 0,05 en el T3 se observa a los 52 días un promedio de 3,10 a los 52 días y a los 60 días el T4 (1400 mg kg⁻¹ ANA y AIB), se aprecia un promedio a los 52 días de 3,20 y a los 60 días 3,53 brotes.

Cuadro 7. Promedio de números de brotes en la “propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium Lappaceum*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA Y AIB en la cooperativa 6 de agosto cantón Valencia 2015”

Tratamiento	Dosis	Número de brotes		
		45 días	52 días	60 días
1	Testigo 0%	1,80 b	2,35 a	2,48 b
2	1200 mg kg ⁻¹ ANA y AIB	2,48 ab	2,65 a	2,93 ab
3	1200 mg kg ⁻¹ ANA y AIB	2,73 a	3,10 a	3,53 a
4	1400 mg kg ⁻¹ ANA y AIB	2,71 a	3,20 a	3,53 a
CV%		6,44	5,48	5,9

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la prueba Tukey al 95 % de probabilidad.

4.1.2. Número de raíces

En el cuadro 8 se muestra los resultados de números de raíces a los 45, 52, y 60 días, a los 45 días el T4 con 1400 mg kg⁻¹ ANA y AIB alcanzó 13,29 con una alta significancia estadística al resto de los tratamientos con un coeficiente de variación de 10,30 %.

Se muestra en el cuadro 8 a los 52 días que el T4 con 1400 mg kg⁻¹ ANA y AIB alcanzó 13,33 seguido del T3 con 1200 mg kg⁻¹ AIB y ANA con 11,90 con una alta diferencia estadística del T2 con 6,80 seguido del T1 con 4,93 con un coeficiente de variación de 8,17%.

En el cuadro 8 se muestra que a los 60 días el tratamiento que obtuvo mayor promedio de número de raíces fue el T4 con 1400 mg kg⁻¹ AIB y ANA con 20,29 tuvo una gran diferencia estadística al resto de los tratamientos con un coeficiente de variación de 12,57%.

Al comparar los promedios obtenidos de los tratamientos en estudio que se reportan en el cuadro 8, que la evaluación realizada a los 45, 52 y 60 días donde sobresale el T4 1400 mg kg⁻¹ ANA y AIB 20,29 a los 60 días y el T1 testigo 6,28 presenta un menor número de raíces según Tukey $p < 0,95\%$ si hay diferencia estadística en los tratamientos evaluados como se menciona, a veces es necesario aplicar sustancias hormonales que provoquen la formación de raíces. Las auxinas son hormonas reguladores de crecimiento vegetal y, en dosis muy pequeñas regulan los procesos fisiológicos de las plantas. Las hay de origen natural como el ácido indolacético (AIA), y sintéticas, como el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido Naftalenecético (ANA) (Vivanco, J. 2008).

Cuadro 8. Número de raíces en la “Propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium Lappaceum*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA Y AIB en la cooperativa 6 de agosto cantón Valencia 2015”

Tratamiento	Dosis	Número de raíces		
		45 días	52 días	60 días
1	Testigo 0%	2,45 b	4,93 c	6,28 c
2	1000 mg kg ⁻¹ ANA y AIB	4,90 b	6,80 c	10,03 bc
3	1200 mg kg ⁻¹ ANA y AIB	11,28 a	11,90 b	14,65 a
4	1400 mg kg ⁻¹ ANA y AIB	13,29 a	16,33 a	20,29 a
CV%		10,3	8,17	12,57

Promedio con las mismas letras son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey ($p \geq 0.95$).

4.1.3. Longitud de raíces

El cuadro 9 muestra los valores correspondientes a longitud de raíz a los 45, 52, Y 60 días si hubo alta diferencia estadística según Tukey al 0.95% con un coeficiente de variación de 11,01, 8,57; 8,22 % se muestra que a los 45 días el T4 muestra diferencia estadística frente al resto de los tratamientos.

Se aprecia a los 52 días que el T4 con 1400 mg kg⁻¹ ANA y AIB con 19,78 una alta diferencia estadística que el resto de los tratamientos.

Se observa a los 60 días que el tratamiento T4 con 1400 mg kg⁻¹ AIB y ANA con 21,46 mostró diferencia estadística según la prueba de Tukey al 0,95% relevante al T2 que obtuvo una longitud de 12,55.

En la comparación de los tratamientos en estudio se reporta en el cuadro 9, que la evaluación realizada a los 45 días después de iniciada la investigación las medidas de los tratamientos se encuentran ubicadas en tres rangos de distribución el T4 1400 mg kg⁻¹ ANA y AIB presenta una mayor longitud de raíces 21,66 y el T1 testigo 7,83 que presenta una menor longitud de raíz, según Tukey $p < 0,95\%$ si hay diferencia estadística.

En la aplicación de ANA y AIB en la base de esquejes en el T4 tuvo una inducción positiva en la longitud de raíces promedio en esquejes de achotillo.

Cuadro 9. Longitud de raíces en la “Propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium Lappaceum*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA Y AIB en la cooperativa 6 de agosto cantón Valencia 2015”

Tratamiento	dosis	Longitud de raíces		
		45 días	52 días	60 días
1	Testigo 0%	7,83 c	13,1 b	15,35 ab
2	1000 mg kg ⁻¹ ANA y AIB	9,40 bc	10,80 b	12,55 b
3	1200 mg kg ⁻¹ ANA y AIB	14,15 a	15,50 ab	16,55 ab
4	1400 mg kg ⁻¹ ANA y AIB	21,66 a	19,78 a	21,46 a
CV%		11,01	8,57	8,22

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la prueba Tukey al 95 % de probabilidad.

4.1.4. Enraizamiento de la planta en porcentaje

Se observa en el cuadro 10, el análisis de varianza para el porcentaje de enraizamiento de esquejes de achotillo a los 45, 52, y 60 días indica que los tratamientos no presentaron significancia estadística. Con un coeficiente de variación de 29,12; 25,30 y 17,36.

La comparación de los promedios en estudio que se reportan en el cuadro 10 se observan en tres rangos donde a los 60 días los tratamientos con mayor porcentaje de enraizamiento fueron el T3 con 1200 mg kg⁻¹ ANA y AIB y el T4 1400 mg kg⁻¹ ANA y AIB con un 75% de enraizamiento, y el T1 testigo 37% de Enraizamiento según la prueba de Tukey al 0,95% no presento significancia Estadística.

Cuadro 10. Porcentaje de enraizamiento en la “Propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium Lappaceum*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA Y AIB en la cooperativa 6 de agosto cantón Valencia 2015”

Tratamiento	Dosis	Porcentaje de enraizamiento		
		45 días	52 días	60 días
1	Testigo 0%	12,50 a	50,00 a	50,00 a
2	1000 mg kg ⁻¹ ANA y AIB	18,75 a	37,50 a	62,50 a
3	1200 mg kg ⁻¹ ANA y AIB	25,00 a	37,50 a	75,00 a
4	1400 mg kg ⁻¹ ANA y AIB	25,00 a	38,65 a	75,00 a
CV%		14,21	15,3	17,36

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la prueba Tukey al 95 % de probabilidad.

Vidal, D. (2010). Que aplicando AIB se optimizó notablemente el porcentaje de enraizamiento en estacas maderables, obteniendo de un 70 a 100% frente a 30 % de enraizamiento en las estacas que no fueron tratadas con AIB (testigo).

Acosta, M (2006). Quien al realizar propagación vegetativa en Fernansanchez en aplicación de cuatro concentraciones con la aplicación de ácido Naftalenecético (ANA) y ácido Indolbutírico) (AIB) (0, 500, 750 y 1000 ppm), encontrando después de 67 días, un porcentaje de enraizamiento de 100% para estacas tratadas con la máxima dosis 10000 ppm de AIB comparación con sólo el 10% con dosis testigo (0 ppm). El ácido indolbutírico (AIB) se ha utilizado para el enraizamiento de estacas procedentes de una gran cantidad de especies arbóreas.

Vidal, D (2010). Por lo tanto, una dosis superior a 6000 ppm se hubiera obtenido una respuesta favorable

4.1.5. Porcentaje de mortalidad

Cuadro 11. Porcentaje de mortalidad en la “Propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium Lappaceum*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA Y AIB en la cooperativa 6 de agosto cantón Valencia 2015”

Tratamiento	Dosis	Porcentaje de mortalidad		
		45 días	52 días	60 días
1	Testigo 0%	50,00 a	12,50 a	31,25 a
2	1200 mg kg ⁻¹ ANA y AIB	43,75 a	25,00 a	0
3	1200 mg kg ⁻¹ ANA y AIB	56,25 a	37,50 a	37,50 a
4	1400 mg kg ⁻¹ ANA y AIB	50,00 a	25,00 a	43,75 a
CV%		13,97	14,79	13,53

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la prueba Tukey al 95 % de probabilidad.

Se muestra en el cuadro 11 que no existe diferencia estadística según Tukey al $p > 0.95\%$. A los 45 días el T3 con 1200 mg kg^{-1} de AIB y ANA presentó mayor índice de mortalidad que el resto de los tratamientos con un coeficiente de variación de $13,97\%$.

Se aprecia en el cuadro 11 que a los 52 días no se encontró diferencia estadística en los tratamientos utilizando las concentraciones ANA y AIB que ayudan a mantener vivas una alta población de esquejes, pero la dosis que obtuvo el menor índice de mortalidad fue el T1 (testigo) $12,50\%$ de mortalidad con un coeficiente de variación de $14,79\%$.

En el cuadro 11 se puede observar a los 60 días que el T2 con 1000 mg kg^{-1} de ANA y AIB presentó 0% de mortalidad que el resto de los tratamientos no se encontró diferencia estadística y presentó un coeficiente de variación de $13,53\%$.

Se consiguió 65.8% de enraizamiento en especies arbóreas, utilizando estacas juveniles de 8.0 cm de largo, con 2000 ppm de AIB, y arena media en cámaras de sub-irrigación **(Bartra, J. 2009)**.

4.1.6. Costo de Producción

Cuadro 12. Costo de producción en la “Propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium Lappaceum L.*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA Y AIB en la cooperativa 6 de agosto cantón Valencia 2015”.

Rubros	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
	USD	USD	USD	USD
Hormona ANA		0,15	0,18	0,22
Hormona AIB		0,15	0,18	0,22
Alcohol		0,17	0,17	0,17
Material vegetal		0,10	0,10	0,10
Fungicida Captan	0,10	0,10	0,10	0,10
Tamo de arroz	0,20	0,20	0,20	0,20
Fundas	0,10	0,10	0,10	0,10
Pala	0,40	0,40	0,40	0,40
Machete	0,25	0,25	0,25	0,25
Tina	0,15	0,15	0,15	0,15
Tijera de podar	0,30	0,30	0,30	0,30
Sarán	0,60	0,60	0,60	0,60
Plástico transparente	1,30	1,30	1,30	1,30
Cañas	0,45	0,45	0,45	0,45
Piola	0,35	0,36	0,37	0,38
Guantes	0,20	0,20	0,20	0,20
Jornales	12,00	12,00	12,00	12,00
Movilización	5,00	4,75	4,75	4,75
COSTO TOTAL USD/TRAT	21,05	21,37	21,43	21,51
Plantas Vivas	38	25	31	34
Costo unitario por planta USD	0,55	0,85	0,69	0,63
Precio de venta USD	1,00	1,00	1,00	1,00
Total de ingresos USD	38,00	25,00	31,00	34,00
Beneficio Neto USD	16,95	3,63	9,57	12,49
Relación beneficio costo USD	0,81	0,17	0,45	0,58

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ❖ La dosis de Ácido indolbutírico (ANA Y AIB) de 1400 mg Kg⁻¹ fue el mejor en número de raíces 20.29; longitud de raíces 21.46 cm; el porcentaje de enraizamiento de 75. % y porcentaje de mortalidad de 43.75 % superando al resto de tratamientos.
- ❖ El tratamiento que mejor resultado presento en relación beneficio costo fue de 0,58 % el T4 (1400 mg Kg⁻¹ de ANA y AIB) en comparación con el resto de los tratamientos con hormonas.
- ❖ El tratamiento que presento mayor eficacia para la propagación de esquejes de achotillo a nivel de umbráculo en la Cooperativa 6 de Agosto del Cantón Valencia fue el T4 1400 mg kg⁻¹ ANA y AIB.

5.2. Recomendaciones

- ❖ Emplear esta propuesta para la propagación de esquejes de achotillo (*Nepelium Lappaceum*) con la concentración: 1400 mg kg⁻¹ ANA y AIB, que fue el mejor resultado que se obtuvo en esta investigación.
- ❖ Se recomienda realizar investigaciones en la zona utilizando diferentes sustratos y enlazadores para la propagación de achotillo.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

Acosta, M. 2006. Propagación Vegetativa de *Triplaris guayaquilensis* (Fernansánchez) Mediante la Utilización de Hormonas de Enraizamiento (ANA Y AIB). Tesis de grado para la obtención del título de Ingeniería Forestal., Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 54p

Ahperambutan, 2006, Boletín n° 3 Rambután, diciembre vol.7, pág. 1

Barbat, T. 2006. La multiplicación de las plantas. Viveros pág. 33-43.

Badilla y Murillo, O. 2005. Establecimiento de jardines clonales. KURÚ, Revista Forestal (Costa Rica) 2(6).

Bartra, J. 2009. Dosis de ácido 3 indol butírico en el enraizamiento de estacas de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en diferentes sustratos. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín. Facultad de Ciencias Agrarias. 95 p.

Castillo, M.; Y.H. Fréitez y N. Hernández. 2005. “Efectos de la auxina AIB en la propagación de azahar de la India (*Murraya paniculata* L. Jack) por acodo aéreo”. Bioagro, 17(2): 123- 126.

Caballero- Pérez, J .F., M.L. Arévalo-Galarza, C.H. Avendaño-Arrazate, J. Cadena-Iñiguez, G. Valdovinos-Ponce y J.F. Aguirre-Medina. 2011. Cambios físicos y bioquímicos durante el desarrollo y senescencia de frutos de rambután (*Nephelium lappaceum* L.). Revista Chapingo Serie Horticultura, 17(1): 31-38.

Codex Alimentarius. 2005. Standard for Rambutan 246-005. Disponible en: http://www.codexalimentarius.net/web/standard_list.do? lang=en. Consultado el 5 de junio del 2015.

Crane, J, F. Zee, G. Bender, B. Faber, B. Brunner y C. Chia. 2005. Commercial Sapindaceus fruit production. Acta Horticulture, Wageningen, 665: 93-101.

Fhia, 2010. (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). Guía de multiplicación de cormos. Consultado el 13 de junio del 2015. Disponible en www.fhia.org

Fhia 2006. (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola). Manual para el cultivo y propagación de rambután en Honduras. La Lima, Cortés, HN. p. 61.

Gavilanes, L. 2006. Empleo de hormonas (ANA y AIB) estimuladoras del enraizamiento para la propagación vegetativa del Moral fino (*Chlorophora tinctoria* L. Gaun) en el Litoral Ecuatoriano. (en línea). Xalapa, MX. p. 9-12 Consultado el. 21 de junio 2015. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/497/49780102.pdf>

IIAP Instituto De Investigaciones De La Amazonía Peruana, 2009. Plan Operativo Anual 2009. Iquitos, Perú.

Iniap. 2013. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

López, D; Carazo, N. 2005. La producción de esquejes. Horticultura internacional, N° Extra 1

López, F; Guio, N; Fischer, G; Miranda, D. 2008. Propagación de Uchuva (*Physalis peruviana* L.) mediante diferentes tipos de esquejes y sustratos. (en línea). Revista Facultad Nacional de Agronomía. 61(1):4347-4357. Medellín, CO. Consultado el 3 mayo. 2015. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v61n1/a11v61n1.pdf>

Mori Da Cunha, A; Wendling, I; Souza, L. 2008. Miniestaquia em sistema de hidroponia e em tubetes de corticeira-do-mato. Ciencia florestal, Santa María, v. 18, n. 1, p. 85-91.

Mori Da Cunha, A; Paiva, H; Xavier, A; Otoni, W. 2009. Papel da nutricao mineral na formacao de raízes adventícias em plantas lenhosas. Pesquisa forestal Brasileira, Colombo, n. 58, p. 35-47.

Ochoa, J. 2008. Enraizamiento de esquejes apicales de madroño mediante reguladores de crecimiento. (En línea). Tesis Ing. Agr. Madrid, ES. Universidad Politécnica de Cartagena. España. 63p. Consultado 15 mayo. 2015. Disponible en: <http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/1236/1/eea.pdf>

Oliva, C. 2005. Efecto de fitorreguladores enraizantes y la temperatura en el enraizamiento de estacas de *Myrciaria dubia* (HBK) Mc. Vaugh, camu camu arbustivo en Ucayali. Folia Amazónica. 14 (2) p. 19-25.

Parra-Quezada, R. A, T. L. Robison, J. Osborne y L. B. 2008. Efecto de carga de frutos y déficit hídrico en la calidad y producción de manzana. Revista Chapingo. Serie: Horticultura, 14(1): 49-54.

Puente, L. 2008. Validación clonal de plantas madres promisorias de *Myrciaria dubia* (HBK. Mc. Vaugh) “camu camu arbustivo” en cámaras de sub irrigación en Ucayali. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables Mención en Forestales. Facultad de Recursos Naturales Renovables Mención Forestales. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Perú.

Ruiz, H. 2009. Efecto de cuatro dosis de ácido indol butírico y tres tipos de estacas en el enraizamiento de estacas de sachá inchi (*Plokunetia volubilis* L.), en San Martín. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 123 p.

Rodríguez-, L.G .2008. Inducción de la Floración de Rambután (*Nephilium lappaceum* L.) Tesis Ing. Agr. Universidad EARTH. 42p.

Ruiz, H. y Mesén, F. 2010. Efecto del ácido indolbutírico y tipo de estaquilla en el enraizamiento de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), Nota Técnica. p. 259-267

Sadhu, M.K .2005. Plant propagation. New Age International Limited Publishers. India. 281 p.

Saavedra, A. 2007. Efecto de tres dosis de ácido indol butírico en la propagación asexual del cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en Pucallpa. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Ucayali. Perú.

Santelices, R. 2007. Efecto del ácido indolbutírico y la presencia de hojas, en el arraigamiento de estacas de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser cosechadas en dos épocas diferentes. Ecología Austral 17: 151-158. Asociación Argentina de ecología. En: <http://www.ecologiaaustral.com.ar/files/3e20d5e80a.pdf>

Siap-Sagarpa, 2008. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.siap.gob.mx

Soudre, M. 2007. Propagación vegetativa de Uña de gato (*Uncaria tomentosa*, Willd) D.C por enraizamiento de estaquillas en cámaras de subirrigación. Nota Técnica N° 02. Serie: Manejo sostenible del bosque tropical. IIAP. Programa de Ecosistemas Terrestres (PET). Proyecto Producción de Uña de gato y Sangre de grado en Ucayali, Pucallpa. 6 P.

SOUDRE, M. 2010. Informe Técnico final del Proyecto Desarrollo Tecnológico Apropriado para la Propagación Vegetativa de Especies Maderables Valiosas en las regiones Loreto y Ucayali (PROVEFOR). Instituto de Investigaciones de

la Amazonia Peruana (IIAP) y Fondo para la Innovación Ciencia y Tecnología (FINCyT). Convenio N°: 013-FINCyT-

Taíz , 2006. Fisiología Vegetal. Los Ángeles, US universidad Jaume. 664 669; 856-870. Consultado: 5 de marzo 2015 <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1138/1/T-UCE-0004-4.pdf>

Vieira de Souza, 2007. Propagación vegetativa de cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem) por miniestaquia. Tesis Magister en Producción Vegetal. Universidad del estado del Norte de Fluminense. 54 p. En: <http://www.rapve.org>

Vivanco, J. 2009. “Evaluación de la eficacia del Bioplus, Hormonagro y Enraizador Universal en la propagación asexual de *Hypericum* (*Hypericum* Sp.) Tesis de Grado código 13T0656. 32p

Vidal, D. 2010. Evaluación de cinco dosis del ácido indolbutírico, sustratos y características morfológicas en el enraizamiento de estacas juveniles de *simarouba amara* aubl. (*marupa*), Pucallpa - Perú. Tesis Ing. For. Pucallpa, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. 177 p.

Wall, M.M. 2006. Ascorbic acid and mineral composition of longan (*Dimocarpus longan*), lychee (*Litchi chinensis*) and rambutan (*Nephelium lappaceum*) cultivars grown in Hawaii. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 655-663.

Wongs, A.C. y S. Kanlayanarat. (2005). CaCl₂ applications on storage quality of rambutan. *Acta Horticulturae*, 687: 213-217.

Yingsanga, P. V. Srilaong, y S. Kanlayanarat. 2006. Morphological differences associated with water loss in rambutan fruit “Rongrien” and “See-Chompoo”. *Acta Horticulturae*, 712: 453-459.

CAPÍTULO VI

ANEXOS

6.1. ANEXO 1. Análisis de variación

Anexo 1. Análisis de Promedio de números de brotes en la “Propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium Lappaceum*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA Y AIB en la cooperativa 6 de agosto cantón Valencia 2015”.

Grados de libertad	Días	suma de cuadrados			Valor F			Prob.		
		45	52	60	45	52	60	45	52	60
Tratamientos	3	0,215	0,146	0,226	5,96	4,90	5,854	0,010	0,019	0,0106
Error	12	0,144	0,119	0,154						
Total	15	0,359	0,265	0						
cv%		6,44%	5,48%	5,99%						

Anexo 2. Análisis de Promedio de números de raíces en la “ Propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium Lappaceum*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA Y AIB en la cooperativa 6 de agosto cantón Valencia 2015”.

Grados de libertad	Días	suma de cuadrados			Valor F			Prob.		
		45	52	60	45	52	60	45	52	60
TRATAMIENTOS	3	10,566	7,564	8,457	42,84	37,9	14,12	0,00	0,00	0,00
ERROR	12	0,987	0,799	2,395						
TOTAL	15	11,552	8,363	10,853						
CV%		10.30%	8,17%	12,57%						

Anexo 3. Análisis de Promedio de longitud de raíces en la “Propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium Lappaceum*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA Y AIB en la cooperativa 6 de agosto cantón Valencia 2015”

Grados de libertad	Días	suma de cuadrados			Valor F			Prob.		
		45	52	60	45	52	60	45	52	60
TRATAMIENTOS	3	10,566	7,564	8,457	42,84	37,9	14,12	0,00	0,00	0,00
ERROR	12	0,987	0,799	2,395						
TOTAL	15	11,552	8,363	10,853						
CV%		10.30%	8,17%	12,57%						

Anexo 4. Análisis de Porcentaje de enraizamiento en la “Propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium Lappaceum*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA Y AIB en la cooperativa 6 de agosto cantón Valencia 2015”.

	Grados de libertad	suma de cuadrados			Valor F			Prob.		
Días	45	52	60	45	52	60	45	52	60	
TRATAMIENTOS	3	2,782	10,486	72,945	0,149	0,492	2,907	0,00	0,00	0,0783
ERROR	12	74,883	85,186	100,362						
TOTAL	15	77,665	95,671	173,306						
CV%		36,97%	65,79%	68,,53%						

Anexo 5. Análisis de Promedio de porcentaje de mortalidad en la “Propagación vegetativa de achotillo (*Nepelium Lappaceum*) por medio de esquejes utilizando hormonas ANA Y AIB en la cooperativa 6 de agosto cantón Valencia 2015”.

	Grados de libertad	Suma de cuadrados			Valor F			Prob.		
Días	45	52	60	45	52	60	45	52	60	
TRATAMIENTOS	3	2.782	10.46	72.945	0.10	0.42	2.97	0.0	0.0	0.073
ERROR	12	7.883	85.16	100.32						
TOTAL	15	77.65	95.61	173.36						
CV%		36.9%	75.7%	68.5%						

Anexo 6.



Figura 1. Visita en el lugar de la investigación



Figura 2. Observando las plantas



Figura 3. Raíces de las plantas de todos los tratamientos



Figura 4. Planta de achotillos con hojas verdaderas



Figura 5. Enraizamiento de achotillo



Figura 6. Plantas enraizadas