



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

Unidad de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniero Agropecuario.

Título de la Unidad de Integración Curricular:

“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL AGUACATE (*Persea americana miller*)
VARIEDAD HASS, MEDIANTE EL USO DE HORMONAS ENRAIZANTES EN LA
ZONA DE QUEVEDO”

Autor:

José Santiago Morales Minalla

Tutor de Unidad de Integración Curricular:

Dr. Orly Fernando Cevallos Fálquez

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

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

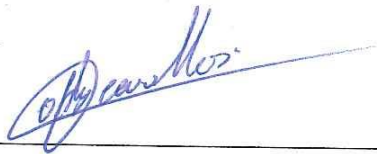
La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. 

José Santiago Morales Minalla
C.I: 172172206-2

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

El suscrito, **Dr. Cevallos Fálquez Orly Fernando**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Morales Minalla José Santiago**, culminó la Unidad de Integración Curricular titulada **“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL AGUACATE (*Persea americana Miller*) VARIEDAD HASS, MEDIANTE EL USO DE HORMONAS ENRAIZANTES EN LA ZONA DE QUEVEDO”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Dr. Orly Fernando Cevallos Fálquez
TUTOR DE UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

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

Dr. Orly Cevallos Falquez, docente de la Facultad de Ciencias Pecuarias y como director certifico que la unidad de integración curricular del estudiante, **MORALES MINALLA JOSÉ SANTIAGO “PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL AGUACATE (*Persea americana Miller*) VARIEDAD HASS, MEDIANTE EL USO DE HORMONAS ENRAIZANTES EN LA ZONA DE QUEVEDO”**, fue ingresado a la herramienta informática URKUND producto del análisis se obtuvo una similitud de un 9%, lo cual está considerado dentro de los parámetros aceptables que establecen el reglamento e instructivos de la unidad de integración curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document:	Proyecto Jose Morales Borrador1 URKUND.docx (D58316309)
Submitted:	05/11/2019 18:06:00
Submitted By:	jose.morales2014@uteq.edu.ec
Significance:	9 %



Dr. Orly Cevallos Falquez
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
INGENIERÍA AGROPECUARIA

Título:

“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DEL AGUACATE (*Persea americana miller*)
VARIEDAD HASS, MEDIANTE EL USO DE HORMONAS ENRAIZANTES EN LA
ZONA DE QUEVEDO”

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

Aprobado por:

Dra. Diana Vasco Mora

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Godoy Montiel

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Jaime Vera Chang

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2019

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a los docentes de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de esta profesión, de manera especial, al Dr. Orly Cevallos Fálquez, tutor de mi proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, rectitud como docente, y por su valioso aporte para esta investigación.

José Morales

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente trabajo investigativo principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en profesional, ha sido un orgullo y privilegio ser su hijo, son los mejores padres.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que este trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

RESUMEN

El cultivo de aguacate (*Persea americana* Miller) var. Hass es uno de las alternativas que se abre paso en la economía ecuatoriana, debido a las excelentes condiciones climáticas del callejón interandino que lo vuelve una oportunidad que debe ser explotada al máximo. La mayoría de plantaciones existentes en el país proviene de plantas injertadas, sin embargo, muchas veces aún se emplea plantas provenientes de semillas con niveles de productividad calificados como sub óptimos debido a la heterogeneidad productiva que se genera entre individuos. La presente investigación se llevó a cabo en la zona de Quinsaloma y busca nuevas tecnologías en propagación vegetativa que permita disponer de plantaciones más homogéneas y alcanzando mayores niveles de producción, para lo cual se dispuso de un ensayo bajo un diseño completo al azar, evaluándose cuatro dosis de auxinas ácido naftalenacético (ANA) e indolbutírico (AIB) en el enraizamiento de estacas: 2500, 3000, 3500 y 4000 mg/Kg, más un tratamiento testigo sin hormonas. Las variables evaluadas consistieron en el porcentaje de enraizamiento (PE), longitud de la raíz (LR), número de raíces (NR) y número de brotes (NB). Los resultados demostraron de la dosis de 3500 mg/Kg alcanzó un 23.34% de PE, de la misma forma, alcanzó un mayor NR con 2.75 y 1.58 cm en promedio de LR, mientras que para NB alcanzó en promedio 2.75. Económicamente el proyecto demostró rentabilidad al aplicar la dosis de 3500 mg/Kg, donde se alcanzó una relación B/C de 1.09, en comparación con los otros tratamientos que alcanzaron 0.04 y hasta valores negativos.

Palabras clave: Auxinas, Hass, inducción, rizogénesis.

ABSTRACT

The cultivation of avocado (*Persea americana* Miller) var. Hass is one of the alternatives that makes its way in the Ecuadorian economy, due to the excellent climatic conditions of the inter-Andean alley that makes it an opportunity that should be exploited to the fullest. The majority of existing plantations in the country come from grafted plants, however, many times seed plants with productivity levels qualified as sub-optimal are still used due to the productive heterogeneity that is generated between individuals. The present investigation was carried out in the Quinsaloma area and seeks new technologies in vegetative propagation that allow for more homogeneous plantations and reaching higher production levels, for which a trial was available under a randomized complete design, evaluating the four doses of auxins naphthaleacetic acid (ANA) and indolbutyric acid (AIB) in the rooting of stakes: 2500, 3000, 3500 and 4000 mg / Kg, plus a control treatment without hormones. The variables evaluated consisted of the rooting percentage (PE), root length (LR), number of roots (NR) and number of shoots (NB). The results showed that the dose of 3500 mg / kg reached 23.34% of PE, in the same way, it reached a higher NR with 2.75 and 1.58 cm on average of LR, while for NB it reached on average 2.75. Economically, the project showed profitability by applying the dose of 3500 mg / kg, where a B / C ratio of 1.09 was achieved, compared to the other treatments that reached 0.04 and even negative values.

Keywords: Auxins, Hass, induction, rhizogenesis.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido.....	Pág.....
Portada.....	i
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del proyecto de investigación.....	iii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico.	¡Error!
Marcador no definido.	
Certificado de aprobación por los miembros de tribunal	¡Error! Marcador no definido.
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria	vii
Resumen	viii
Abstract.. ..	ix
Índice de contenido	x
Índice de tablas	xiii
Índice de anexos	xiv
Código Dublin	xv
Introducción.....	1
CAPÍTULO I.....	3
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Problema de la investigación.	4
1.1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.1.2. Formulación del problema.	5
1.1.3. Sistematización del problema.	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo general.....	6
1.2.2. Objetivos específicos.....	6
1.3. Justificación.	6
CAPÍTULO II.....	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	8
2.1. Marco conceptual.....	9
2.2. Marco referencial.	11

2.2.1.	Antecedentes investigativos.....	11
2.2.2.	Origen de la especie.	12
2.2.3.	Cultivo de aguacate.	13
2.2.3.1.	Características del aguacate.	13
2.2.4.	La propagación vegetativa.....	14
2.2.4.1.	Tipos de estacas.....	15
2.2.4.2.	Factores que influyen en el enraizado de estacas.....	15
2.2.4.3.	Inducción al enraizamiento.....	16
2.2.5.	Reguladores del crecimiento.....	17
2.2.5.1.	Auxinas.....	18
2.2.6.	Sustratos para el enraizamiento.....	19
CAPÍTULO III		21
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		21
3.1.	Localización.....	22
3.2.	Tipo de investigación.	22
3.2.1.	Investigación de laboratorio.....	22
3.2.2.	Investigación de campo.	23
3.3.	Métodos de investigación.	23
3.1.1.	Método de observación.....	23
3.1.2.	Método deductivo.....	23
3.1.3.	Método inductivo.	23
3.4.	Fuentes de recopilación de información.....	24
3.5.	Diseño de la investigación.	24
3.6.	Instrumentos de investigación.....	25
3.6.1.	VARIABLES bajo estudio.	25
3.6.1.1.	Porcentaje de enraizamiento.	25
3.6.1.2.	Longitud de la raíz mayor.....	26
3.6.1.3.	Número de raíces.....	26
3.6.1.4.	Número de brotes.	26
3.6.2.	Tratamientos de los datos.	26
3.7.	Recursos humanos y materiales.	26
3.7.1.	Recursos humanos.....	26
3.7.2.	Materiales.....	27
CAPÍTULO IV		28

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. Resultados y discusión.	29
4.1.1. Enraizamiento y mortalidad.....	29
4.1.2. Formación de raíces.....	30
4.1.3. Formación de brotes.	32
4.1.4. Análisis económico.	33
CAPÍTULO V.....	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
4.2. Conclusiones.	36
4.3. Recomendaciones.....	37
CAPÍTULO V.....	38
BIBLIOGRAFÍA	38
5.1. Referencias bibliográficas.	39
CAPÍTULO VI	44
ANEXOS.....	44
6.1. Anexo 1. Análisis de varianza.	45
6.2. Anexo 2. Evidencia fotográfica.	46

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido.....	Pág.
Tabla 1. <i>Taxonomía del aguacate.....</i>	12
Tabla 2. <i>Condiciones agroecológicas de la zona de estudio.</i>	22
Tabla 3. <i>Análisis de la varianza.</i>	24
Tabla 4. <i>Tratamientos a estudiar.....</i>	25
Tabla 5. <i>Enraizamiento de las estacas de aguacate Hass.....</i>	30
Tabla 6. <i>Número de raíces y longitud promedio de las raíces formadas</i>	31
Tabla 7. <i>Formación de brotes por las estacas de aguacate</i>	32
Tabla 8. <i>Costos, ingresos y relación Beneficio/Costo de las dosis de hormonas evaluadas en el enraizamiento de varetas de aguacate (Persea americana).</i>	34

ÍNDICE DE ANEXOS

Contenido	Pág.
6.1. Anexo 1. Análisis de varianza.	45
6.2. Anexo 2. Evidencia fotográfica.	46

CÓDIGO DUBLIN

Título:	Propagación vegetativa del aguacate (<i>Persea americana</i> Miller) variedad Hass, mediante uso de hormonas enraizantes en la zona de Quevedo.
Autor:	<u>Morales Minalla José Santiago</u>
Palabras clave:	Auxinas, Hass, Inducción, Rizogénesis.
Fecha publicación:	
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2019
Resumen:	<p>Resumen: El cultivo de aguacate (<i>Persea americana</i> Miller) var. Hass es uno de las alternativas que se abre paso en la economía ecuatoriana, debido a las excelentes condiciones climáticas del callejón interandino que lo vuelve una oportunidad que debe ser explotada al máximo. La mayoría de plantaciones existentes en el país proviene de plantas injertadas, sin embargo, muchas veces aún se emplea plantas provenientes de semillas con niveles de productividad calificados como sub óptimos debido a la heterogeneidad productiva que se genera entre individuos. La presente investigación se llevó a cabo en la zona de Quinsaloma y busca nuevas tecnologías en propagación vegetativa que permita disponer de plantaciones más homogéneas y alcanzando mayores niveles de producción, para lo cual se dispuso de un ensayo bajo un diseño completo al azar, evaluándose cuatro dosis de auxinas ácido naftalenacético (ANA) e indolbutírico (AIB) en el enraizamiento de estacas: 2500, 3000, 3500 y 4000 mg/Kg, más un tratamiento testigo sin hormonas. Las variables evaluadas consistieron en el porcentaje de enraizamiento (PE), longitud de la raíz (LR), número de raíces (NR) y número de brotes (NB). Los resultados demostraron de la dosis de 3500 mg/Kg alcanzó un 23.34% de PE, de la misma forma, alcanzó un mayor NR con 2.75 y 1.58 cm en promedio de LR, mientras que para NB alcanzó en promedio 2.75. Económicamente el proyecto demostró rentabilidad al aplicar la dosis de 3500 mg/Kg, donde se alcanzó una relación B/C de 1.09, en comparación con los otros tratamientos que alcanzaron 0.04 y hasta valores negativos.</p>

	<p>Abstract: The cultivation of avocado (<i>Persea americana</i> Miller) var. Hass is one of the alternatives that makes its way in the Ecuadorian economy, due to the excellent climatic conditions of the inter-Andean alley that makes it an opportunity that should be exploited to the fullest. The majority of existing plantations in the country come from grafted plants, however, many times seed plants with productivity levels qualified as sub-optimal are still used due to the productive heterogeneity that is generated between individuals. The present investigation was carried out in the Quinsaloma area and seeks new technologies in vegetative propagation that allow for more homogeneous plantations and reaching higher production levels, for which a trial was available under a randomized complete design, evaluating the four doses of auxins naphthaleacetic acid (ANA) and indolbutyric acid (AIB) in the rooting of stakes: 2500, 3000, 3500 and 4000 mg / Kg, plus a control treatment without hormones. The variables evaluated consisted of the rooting percentage (PE), root length (LR), number of roots (NR) and number of shoots (NB). The results showed that the dose of 3500 mg / kg reached 23.34% of PE, in the same way, it reached a higher NR with 2.75 and 1.58 cm on average of LR, while for NB it reached on average 2.75. Economically, the project showed profitability by applying the dose of 3500 mg / kg, where a B / C ratio of 1.09 was achieved, compared to the other treatments that reached 0.04 and even negative values.</p>
Descripción:	63 hojas + CD ROM
URI	

Introducción

El aguacate (*Persea americana* Miller) var. Hass es uno de los frutales de mayor consumo a escala mundial gracias a su peculiar sabor y características benéficas para la salud. Este cultivo es de mucha importancia en los países en vía de desarrollo debido a la creciente demanda que ha presentado con el pasar de los años y por su alta rentabilidad, como resultado del incremento del consumo mundial con el pasar del tiempo llegando a ser una de las frutas tropicales más demandadas y apetecidas en el mundo (1).

El cultivo del aguacate en el Ecuador tiene un futuro promisorio gracias a las características climáticas que el país posee, ya que agrónomicamente esta especie requiere de suelos de textura liviana, profundos, bien drenados, con pH neutro o ligeramente ácido, una precipitación moderada y altitudes propias de los valles Andinos; conjunto de propiedades que permiten que existan tres variedades de aguacates: antillanos, mexicanos y guatemaltecos, diseminados de acuerdo a las zonas del Litoral (antillanos), de los valles abrigados de la serranía (mexicanos y guatemaltecos) e incluso en la zona amazónica hay presencia de antillanos nativos (2).

Dentro de los ecotipos de aguacates guatemaltecos en el país, predomina la Variedad Fuerte que es la de mayor cultivo y consumo local, no obstante, durante los últimos años la variedad Hass ha demostrado que es muy promisorio para la exportación, tomando gran auge e importancia en las provincias centro norte por la oportunidad que representa el cultivo, contabilizándose cerca de 7 000 ha plantadas, de las cuales 500 ha corresponden a la variedad Hass (3).

El aguacate es una especie que se ha venido propagando casi exclusivamente de forma sexual, mediante el uso de semilla seleccionada con el fin de obtener plantaciones lo más homogéneas y productivas posible, no obstante, el crecimiento acelerado que tiene esta industria en el país, la necesidad de obtener individuos seleccionados con un alto potencial productivo y resistencia a plagas y enfermedades se vuelve cada vez más evidente. Esta investigación presenta una alternativa en la reproducción asexual de esta especie mediante el uso de material vegetal seleccionado de forma fenotípica con el fin de alcanzar buenos resultados.

Dentro del proceso productivo de cualquier vegetal, la propagación es uno de los pasos que reviste gran importancia, ya que es determinante en el número final de plantas, sanidad vegetal, productividad y el comportamiento que tendrá el árbol adulto en el huerto, razón por la cual, la producción de árboles de aguacate está basada en el uso de patrones obtenidos a partir de semillas, sobre los cuales es injertada la variedad de interés, en el caso de Ecuador, el cultivar Hass (4).

Las fitohormonas, también conocidas como hormonas vegetales, se originan en las células meristemáticas donde posteriormente se desplazan a través los vasos conductores hasta las células donde ejerce su acción para la cual fue producida; estas moléculas son muy activas a baja concentración y se desintegran con rapidez una vez ejercida su función (5).

La problemática que representa en la actualidad la producción de plantas de aguacate mediante propagación sexual o por semilla, ha dado como resultado huertos heterogéneos y susceptibles a pudrición de raíz. Es aquí donde la propagación clonal mediante plantas etioladas o cultivo *in vitro* han sido utilizados en investigaciones científicas garantizando la rápida introducción de nuevos cultivares libres de virus y enfermedades (6).

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de la investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

Ecuador es un país de una inmensa riqueza forestal que abarca tanto especies nativas como especies exóticas gracias a su privilegiada ubicación geográfica, variedad de climas y el rápido crecimiento de especies debido a su heliofanía (7).

La actualidad del mercado para el aguacate en el país está predominada por la variedad Fuerte durante gran parte del año, experimentando un ligero incremento de precio por los meses de junio a octubre, mientras que la variedad Hass es relativamente nueva y poco conocida en el mercado local, por tanto, los precios son aún menores, no así, para los mercados internacionales donde los precios son muy atractivos de hasta \$ 1.15/kg bajo condiciones de negociación muy satisfactorias, el problema radica en que no existe suficiente área cultivada, estandarizadas y concentradas para poder cumplir con estos requerimientos; adicionalmente es necesario que las fincas productoras sean certificadas como requisito para la exportación, área en la que aún no se ha trabajado (8).

La mayoría de las plantaciones comerciales de aguacate están injertadas en patrones originados por semilla, este tipo de propagación vegetativa induce niveles de productividad calificados como sub óptimos debido a la heterogeneidad productiva que se genera entre individuos, razón por la cual, en la actualidad se busca alternativas para reducir esa heterogeneidad dentro de la plantación para mejorar los rendimientos colectivos con plantas élite (9).

Investigaciones han descrito importantes pérdidas de plantas en la etapa de vivero, al tratar de propagar vegetativamente el cultivar Hass mediante injertación, siendo los principales factores involucrados en estas pérdidas: problemas de compatibilidad entre las partes (patrón e injerto), condiciones ambientales inadecuadas en vivero, y al estado fisiológico del material vegetal (9).

Diagnóstico.

Las condiciones de mercado a nivel mundial han cambiado agresivamente, existe una mayor competitividad impulsada por una creciente demanda de alimentos saludables, así como fuentes de grasas vegetales donde el aguacate se presenta como una alternativa rentable, sin embargo, existen muchas limitantes al momento de establecer un cultivo, donde la elección correcta del material vegetal a propagarse corresponde al 50% del rendimiento final.

El consumo per cápita de esta fruta en el país es de 1.4 kg, no obstante, la industria se mira en esta fruta una atractiva oportunidad para el mercado de los aceites, compitiendo directamente con el aceite de oliva por los beneficios a la salud que esta fruta ofrece.

Pronóstico.

El empleo de nuevas tecnologías en la multiplicación vegetativa de esta especie permitirá disponer de plantaciones más homogéneas y alcanzando mayores niveles de producción, llegando a reducir los costos de producción que demandan la compra de plantas injertadas a viveros certificados y ofrecer a los agricultores convencionales una alternativa para la diversificación de sus cultivos.

Al emplear un método de propagación vegetativa se dispone un menor tiempo para alcanzar plantas con las condiciones idóneas para el transparente, con mayor vigor y potencial en resistencia de plagas y enfermedades sobre todo en etapa de vivero.

1.1.2. Formulación del problema.

Una vez expuestos estos antecedentes se plantea el siguiente problema para la presente investigación:

¿Resulta posible establecer una metodología de propagación vegetativa de aguacate (*Persea americana* Miller), mediante uso de hormonas enraizantes en la zona de Quevedo?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Existe una concentración de hormonas enraizadoras que permita la propagación vegetativa de estacas de aguacate?

¿Se puede alcanzar porcentajes de enraizamiento y mortalidad que permitan obtener una equilibrada producción de plantas?

¿Las estacas de aguacate sometidas a enraizamiento logran emitir raíces y brotes gracias al empleo de hormonas enraizadoras ANA y AIB?

¿Son económicamente viables los tratamientos evaluados en la presente investigación?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar una metodología de propagación vegetativa de aguacate (*Persea americana* Mill.), mediante uso de hormonas enraizantes en la zona de Quevedo.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Estimar los porcentajes de enraizamiento y mortalidad obtenidos por cada concentración de hormonas empleadas en el enraizamiento de estacas de aguacate.
- Valorar el número de brotes emitidos de las estacas de aguacate mediante utilización de hormonas enraizadoras ANA y AIB.
- Analizar económicamente los tratamientos evaluados en la presente investigación.

1.3. Justificación.

El aguacate se puede propagar por semilla o por injerto, sin embargo, la propagación por semilla no es recomendable para plantaciones comerciales debido a la gran variabilidad que ocurre en la producción y calidad de fruto, partiendo de esto, la propagación por injerto es el método más apropiado para reproducir las variedades seleccionadas para cultivo comercial, ya que los árboles injertados son uniformes en cuanto a la calidad, forma y tamaño de la fruta, no obstante, la heterogeneidad del patrón afecta notablemente la respuesta productiva del material injertado.

La multiplicación clonal como metodología de propagación de árboles productivos mediante enraizamiento de esquejes se muestra como una alternativa a los métodos de obtención de plantas élite, que podría reducir el tiempo de obtención de material vegetativo que en su mayor porcentaje está representando por el tiempo que demora la germinación de una semilla.

El empleo de hormonas enraizantes es uno de los métodos de reproducción asexual que ha demostrado gran utilidad, sobre todo en propagación de plantas leñosas, además de tener beneficios como la uniformidad que presentan las plantas obtenidas, periodos de tiempos relativamente cortos en comparación con los métodos de reproducción sexual y además no se necesitan grandes cantidades de individuos para tomar el material de propagación, puesto que se parte de plantas élites previamente seleccionadas por sus mejores características fenotípicas. La propagación vegetativa en contraste a la propagación por semilla permite la captura y transferencia a la descendencia de material genético integral de plantas y es posible realizarla en periodos cortos y sin estar sujeto a factores ambientales.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

- **Aguacate.** – Es el fruto del aguacatero, también conocido como palta es una baya de 5 a 15 cm de largo, posee una sola semilla grande rodeada por una pulpa mantecosa de colores variables que van desde totalmente pálida hasta el amarillo intenso, pasando por un verde agua. La fruta es generalmente piriforme, ovalada y redonda, y el peso llega hasta 2.3 kg (10).
- **ANA (ácido naftalenacético).** – Son sustancias químicas de característica hormonal perteneciente a la familia de las auxinas que se emplean para inducir la formación de raíces, estimulando células indiferenciadas que promueven la iniciación del enraizamiento o emergencia de raíces adventicias (11).
- **AIB (ácido indolbutírico).** – Al igual que el ANA, son reguladores hormonales que pueden modificar el tipo de raíces así como la cantidad producida, funciona como inductor de las raíces adventicias produciendo un sistema de raíces fuerte y fibroso (12).
- **Brote etiolado.** - Consiste básicamente en el crecimiento de partes vegetativas en la oscuridad, favoreciendo la formación de raíces adventicias en los tejidos del tallo, por lo tanto, requiere mayor tecnología. El número de plantas obtenidas tiende a depender de la variedad y manejo de vivero (luz, temperatura, agua) (13).
- **Hormonas de enraizamiento.** - Principio activo de origen químico u orgánico que estimula la formación de raíces a partir de estructuras de crecimiento como los meristemos o un corte a la planta (14).
- **Fitohormonas.** – Son hormonas de origen vegetal, producidas por células especializadas ubicadas en sitios estratégicos de la planta, cuyas sustancias actúan sobre otras células como mensajeros químicos capaces de regular los fenómenos fisiológicos de las plantas como crecimiento vertical, floración, enraizamiento, etc. (14).

- **Propagación vegetativa.** - Proceso que puede ser natural o artificial, en este último caso constituye una herramienta de gran utilidad para el ámbito agrícola, hortícola y forestal para la propagación de genotipos individuales destinados a la producción de cultivares y clones (9).
- **Varetas o estacas.** – Son porciones de material vegetal que deben ser obtenidas de árboles adultos mayores de 5 años; sanos, libres de plagas y enfermedades, poco alternantes y productivos. Se deben elegir varetas del último crecimiento que presenten yemas bien formadas, hinchadas (a punto de brotar). Deben recolectarse después de la brotación, con un grosor de 0.5 a 1.5cm. de un tamaño de 10 a 12 cm con 4 a 6 yemas (15).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Antecedentes investigativos.

Son varias las investigaciones donde se emplean compuestos químicos de efecto hormonal en las plantas, siendo empleados en este caso para propagar clonalmente patrones de aguacate (*Persea americana* Miller), evaluando el efecto del tipo de varera, dos concentraciones de ácido indolbutírico (AIB) y dos medios de enraizamiento sobre brotes etiolados del cultivar Duke 7; se identificó que el tipo de vareta influye significativamente en la obtención de brotes, siendo la rama larga la que obtuvo el mayor número de brotes etiolados (1.42) en comparación con la rama corta (1.20). El uso de 10 000 ppm de AIB combinado con el medio de enraizamiento demostró superioridad estadística comparado a los demás tratamientos para obtener mayor porcentaje de brotes enraizados (75%) en menor tiempo (53.25 días) (4).

El aguacatero es una especie de difícil enraizamiento por lo que se han utilizado diferentes metodologías para su propagación clonal, entre estas se menciona la conveniencia de injertar sobre plántulas de semilla y obtener estacas con su base etiolada y anillada para promover el enraizamiento. El efecto de las auxinas sobre el enraizamiento de estacas de aguacate ha sido estudiado en investigaciones donde los tratamientos auxínicos son más eficientes cuando se combinan con otras prácticas de propagación como son la etiolación y la obstrucción de savia, del mismo modo, la época del año para enraizar estacas de aguacatero puede ser determinante (16).

En otra investigación realizada por Rodríguez *et al.*, emplearon silicio, un elemento químico fisiológicamente inactivo que en combinación con las auxinas tienen un gran efecto sobre la formación de raíces adventicias en brotes de aguacate criollo cultivados *in vitro*. Se emplearon AIB en concentraciones de 0, 2 y 6 mg/L y silicio a 0, 100, 250 y 500 μ M solas o en combinación por espacio de 45 días. Los resultados obtenidos demostraron que los explantes crecidos en el medio que contenía una combinación de 6 mg/L de AIB y 100 μ M de silicio, presentaron una mayor formación y elongación radical con respecto al testigo. Siendo el primer estudio en el cual se demuestra que el silicio, un elemento mineral; tienen

una gran influencia sobre la formación de raíces adventicias en una planta leñosa, actuando como sinergista de las auxinas (17).

2.2.2. Origen de la especie.

El origen del aguacate tuvo lugar en las partes altas del centro y este de México, y partes altas de Guatemala, región que está incluida en lo que se conoce como Mesoamérica, y también es considerada como el área donde se llevó a cabo la domesticación del mismo en el período Clásico Maya del maíz, calabaza, yuca, algodón, aguacate, camote, y el agave, lo cual está sustentado por restos de planta en el contexto arqueológico y lingüístico que le dan validez a esta lista de cultivos (18).

Las evidencias más antiguas del consumo de esta fruta fueron encontradas en una cueva en Coxcatlán, región de Tehuacán, Puebla, México, datados entre los años 8 000 – 7 000 A.C. Las culturas antiguas ya contaban con un buen conocimiento acerca del aguacate y de sus variedades, como se muestra en el Códice Florentino, donde se mencionan tres tipos de aguacate, que de acuerdo a su descripción: “aoacatl” podría tratarse de *Persea americana* var. *Drymifolia* (variedad Mexicana), “tlacacolaocatl” a *Persea americana* var. *Americana* (variedad Antillana) y “quillaoacatl” a *Persea americana* var. *Guatemalensis* (variedad Guatemateca) (18).

La clasificación taxonómica del aguacate se presenta a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. *Taxonomía del aguacate.*

Categoría	Taxón
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Lurales</i>
Familia	<i>Lauraceae</i>
Genero	<i>Persea</i>
Especie	<i>Persea americana</i>
Nombres comunes	Aguacate, palta

El aguacate pertenece a la familia Lauraceae y en la actualidad el género *Persea* contiene alrededor de 85 especies, y la mayoría se encuentran desde el sur de los Estados Unidos de Norteamérica (*Persea borbonia*) hasta Chile (*Persea lingue*). Solo son las excepciones *Persea indica* que se encuentra en las Islas Canarias (España) y probablemente otras del sur de Asia que se piensa pertenecen a *Persea* (18).

2.2.3. Cultivo de aguacate.

A escala mundial el principal cultivar de aguacate es el Hass, originario de la ciudad de Habra Heights (California), obtenido por Rudolph G. Hass, de una semilla establecida en el siglo XX, de progenitores desconocidos, pero más cercano a guatemalteco y se piensa que viene del antiguo cultivar Lion. El Hass cuenta con un 10 a 15% de la raza mexicana y el resto, 85 a 90%, de la raza guatemalteca (*Persea nubigena* var. *Guatemalensis*) (19).

Se adapta a condiciones subtropicales, temperaturas de 5 a 19 °C y altitudes entre los 1 800 y 2 500 msnm, en virtud de la calidad de sus frutos, alto rendimiento en producción y maduración tardía, comparado con otras variedades importantes para la época, es auto fértil, pero se recomienda como polinizador de Fuerte o Ettinger (19).

El árbol del Aguacate puede ser erecto, usualmente de 10 metros, con un tronco de 30 a 60 centímetros de diámetro (más grueso en árboles muy viejos); o puede ser bajo y ancho, con ramas que se abren desde muy cerca del suelo. es de buena producción; sus frutos son de buena calidad y permiten el almacenamiento (19).

2.2.3.1. Características del aguacate.

El aguacatero es una planta de gran crecimiento vegetativo, llegando a medir en su hábitat natural una altura que va desde los 10 a 12 hasta los 30 metros de altura, sin embargo, para cultivo comercial no se debe dejar crecer los arboles más allá de 5 metros. El Ecuador es un país con características idóneas para su cultivo, llegando a producir hasta 95 t/ha, no obstante, de las 28 500 t producidas en el año 2007 llegaron a representar solamente el 0.8% de la producción mundial (20).

Su fruto es carnosos de forma periforme ovoide alargado y en su interior contiene una semilla única de color claro q aparece recubierta por una delgada capa leñosa de color marrón y su peso depende de la variedad. La pulpa es de color verde crema o pálido, aceitosa, de contenido oleico que oscila entre los 20 a 30 % mientras que el contenido de agua va desde los 60 a 70% (20).

2.2.4. La propagación vegetativa.

La propagación clonal o vegetativa es uno de los métodos de reproducción vegetal más importante para especies arbustivas de importancia económica, dentro de esta metodología existe el enraizamiento de estacas, empleadas ampliamente en la propagación comercial en invernadero de muchas plantas con flores y en forma común para propagar diversas especies de frutales (21).

La propagación asexual por estacas consiste en tomar una parte de la planta madre un fragmento vegetal, puede ser de tallo, raíz u hoja y someterla a ciertas condiciones ambientales favorables para inducir a la formación de raíces y tallos, obteniéndose de ellas una planta nueva, que en la mayoría de los casos es genéticamente idéntica a la planta madre. Para mejorar el enraizamiento de estacas de la mayoría de las especies de plantas se ha estado implementando el uso de reguladores de crecimiento como el ácido indolbutírico o a veces el naftalenacético, es por esto que, para determinar el material idóneo y la concentración óptima para promover el enraizamiento de una especie en particular, bajo ciertas condiciones de ambiente, es necesario hacer pruebas precedentes (22).

Este método tiene las siguientes ventajas: a. se pueden iniciar muchas plantas en un espacio limitado, partiendo de pocas plantas madres; b. es poco costoso, rápido y sencillo, c. no necesita de las técnicas especiales como las que se emplean para el injerto; d. no se presentan problemas por incompatibilidad entre patrón o injerto o por malas uniones de injerto; e. se tiene mayor uniformidad por no haber variación que a veces resulta en las plantas injertadas, debido a la variabilidad de patrones obtenidos por semilla, de allí que la planta madre se multiplique con exactitud sin variabilidad genética (21).

2.2.4.1. Tipos de estacas.

Las estacas son porciones vegetativas de la planta, pudiendo ser parte de tallos, tallos modificados (rizomas, tubérculos, cormos y bulbos) ramas apicales o las raíces. Se pueden obtener varios tipos de estacas para propagación, las mismas que se clasifican de acuerdo con la parte de la planta de la cual proceden, a su vez, las estacas de tallo de acuerdo con su consistencia pueden ser: de madera dura, semidura, suave y herbáceas (23).

Las estacas de madera dura leñosa son trozos de ramilla madura, bien lignificada, de 10 a 50 cm de longitud, obtenidos por corte bajo un nudo (base) y 2 cm sobre otro nudo (punta). En especies de difícil enraizamiento se hacen preferiblemente de la base de la ramilla, donde se concentran yemas y sitios de enraizamiento. Normalmente esta estaca corresponde a una ramilla de un año y cuando hay cierto grado de dificultad para el enraizamiento se recurre a algunos tratamientos estimuladores. Las estacas leñosas caducifolias, se extraen de la planta madre en el período de reposo (24).

Las estacas tiernas o herbáceas son porciones de brotes que se obtiene de tejidos tiernos y suculentos de 10 cm de largo con yemas y hojas en dos o más nudos, son de fácil enraizamiento si se manejan en condiciones de saturación de agua de la atmósfera como nebulización, mientras los materiales difíciles de enraizar se tratan con auxinas en la base. Las estacas semileñosas son material vegetal entre leñoso y tierno, de ramas del año cuyos tejidos estén turgentes y la madera ha madurado parcialmente, se cortan de 10 cm de largo y se les deja hojas en la punta recortadas (24).

2.2.4.2. Factores que influyen en el enraizado de estacas.

El proceso de enraizamiento puede verse estimulado por diversos factores como el estado nutricional de la estaca, haciendo referencia que el material vegetativo de más de un año son las más nutridas y por ende con mayor facilidad de enraizar que las semileñosas o basales de crecimiento de alto curso y algo semejante ocurre con las tiernas o brotes apicales que no tienen reservas alimenticias (25).

Otro aspecto de importancia al momento del enraizamiento es conocer el sitio de la ubicación de las estacas, puesto que generalmente la porción media del árbol es la más susceptible de enraizar, así como la porción media de la rama del árbol; debido a que las porciones apicales son más tiernas y las basales muy lignificadas (25).

El tipo de rama empleada para seleccionar las estacas a enraizar pueden llegar a condicionar el resultado de la fase de enraizamiento, principalmente en especies donde naturalmente se torna dificultoso este proceso. Esta capacidad del material vegetal de emitir raíces disminuye paulatinamente desde la base de la rama a la punta de la misma, esto debido a que los carbohidratos, por lo general, tienden a acumularse más en la base, mientras que las moléculas reguladoras de crecimiento se encuentran concentradas más hacia el ápice; como así también es importante recordar que en ramas que se encuentren en el proceso de floración no son recomendadas para el enraizamiento, puesto que, la promoción de la floración es un proceso antagónico al enraizamiento (26).

El grado de maduración de la estaca está estrechamente relacionado a la edad ontogénica de las plantas, estos factores podrían estar ligados a los mecanismos de enraizamiento y serían determinados por el ambiente, estado nutricional y otros factores propios de la planta. Uno de los principales factores que afectan al enraizamiento es el estrés, principalmente nutricional e hídrico, ya que estarían afectando al proceso de maduración de la planta, actuando directamente en la reducción del potencial de enraizamiento (26).

2.2.4.3. Inducción al enraizamiento.

Una de las metodologías muy usadas en aguacate para la propagación vegetativa se da cuando el tallo de la selección injertada alcanza una longitud de 15 a 20 cm, es ahí donde se realiza el anillado de la corteza del tallo y removiendo una banda de corteza de 2 cm de ancho (anillado) en la parte basal del tallo del injerto, allí se aplica una solución enraizadora a base de una concentración de 2 g/L de ácido indol-3-butírico más 1 mg/L de ácido α -naftalenacético. Posteriormente, por la parte superior de la planta se introdujo un tubo de plástico transparente calibre 500 de 12 cm de diámetro y longitud variable; dicho tubo se llenó con suelo preparado con una mezcla de partes iguales de suelo local, jal de grano fino y tierra de bosque y desinfectado con vapor a 60 °C por 30 min (27).

Las estacas sometidas al proceso de enraizamiento de muchas especies ocasionalmente enraízan con facilidad en una gran variedad de sustratos tales como suelo, turba, arena, piedra, vermiculita, perlita, en algunos casos agregados de plástico sintéticos y corteza desmenuzada como aserrín o virutas de madera. No obstante, en especies que enraízan con dificultad, como las de la familia *Lauraceae*, el sustrato de enraizamiento puede llegar a tener una gran influencia no simplemente en el porcentaje de estacas enraizadas obtenidas, sino también en la calidad del sistema radical formado (28).

2.2.5. Reguladores del crecimiento.

Los reguladores de crecimiento son compuestos orgánicos producidos por las plantas, con un bajo peso molecular cuya función es coordinar el crecimiento y desarrollo de las plantas, a pesar de que en algunos casos llegan a ser prescindibles. En el campo de la propagación vegetativa de las plantas, los reguladores de crecimientos más empleados son la auxinas, no obstante existen también las citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y etileno. Estos compuestos modifican los procesos fisiológicos de las plantas, regulando de esta forma el crecimiento y metabolismo, capaces de estimular o acelerar la formación de raíces (26) (29).

El uso de estos reguladores de crecimiento en la propagación vegetativa de especies es una de las prácticas más comunes para inducir a la formación de raíces adventicias por parte del material vegetal usado para el efecto, siendo las auxinas los más empleados, tal como los ácidos indol-3-acético (AIA), ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB). Remotamente se reporta el uso de citoquininas para inducir a la formación de rizomas en especies del genero *Vaccinium*, donde AIB es más empleado puesto que, no presenta fitotoxicidad en un amplio rango de concentraciones para un gran número de especies y es además químicamente más estable que el AIA al entrar en contacto con el sustrato de propagación (28).

La metodología aplicada para el uso de auxinas para enraizar las estacas varían de acuerdo a las condiciones del medio y especies, entre ellas se presentan el remojo prolongado de las estacas por dos horas en una solución con las hormonas, así como también la inmersión rápida por cinco segundos en una solución más concentrada de los reguladores hormonales, en esta última, la concentración llega a variar entre 500 y 10 000 ppm; otro método se

presenta tratando la base de la estaca con un producto en base a la mezcla de la hormona con un agente inerte, generalmente talco, esto permite que se mantenga el regulador de crecimiento por más tiempo en contacto con el material vegetal (28).

2.2.5.1. Auxinas.

Las auxinas son fitohormonas, que son en efecto, compuestos orgánicos producidos por cualquier tejido vegetal en crecimiento activo y que en muy bajas concentraciones regulan procesos vegetales e inducen procesos fisiológicos concretos. La auxina más abundante en las plantas es el ácido indol acético, cuya concentración es muy variable de acuerdo a la etapa de desarrollo que se encuentre la planta. El movimiento de esta fitohormona dentro de la planta es sumamente lento, de preferencia basípeto (descendente hacia la base), no obstante, en las raíces el movimiento se realiza hacia los ápices (26).

El ácido indol acético (AIA), es un compuesto muy activo pero presenta dos inconvenientes en su uso, ya que debido a la naturaleza de sus moléculas, estas se destruyen fácilmente por oxidación volviéndose poco estable, además es relativamente soluble, su molécula se mueve ágilmente a los tejidos de la planta que la necesitan; mientras que el ácido indol butírico (AIB), es más estable y menos soluble, esto debido a que su molécula emigra más lentamente a los diversos tejidos de la planta por lo que se mantiene por mayor tiempo estable, por lo que su acción se vuelve más focalizada; por otro lado, el ácido naftalén acético (ANA), presenta similares características al AIB, sin embargo su uso es más delicado debido al estrecho margen entre sus niveles de actividad y fitotoxicidad (30).

El fenómeno de enraizamiento depende de forma conjunta de la concentración hormonas así como de la presencia de un cierto número de factores combinados para permitir el enraizamiento. Estos factores suelen ser compuestos fenólicos y nitrogenados, además de azúcares producidos en las hojas, por lo que se demuestra la gran importancia de la presencia de éstas en el proceso de enraizamiento. Se necesita de un balance entre las sustancias promotoras e inhibitoras del proceso de rizogénesis para que éste se produzca, por lo que, una forma de promover este balance es gracias a la aplicación externa de reguladores de crecimiento (26).

El uso exógeno de auxinas naturales como ácido indol-3-acético (AIA) o sintéticas como ácido naftalenacético (ANA) y ácido 3-indolbutírico (AIB), logra manejar de manera

efectiva la fase problemática en el enraizamiento de estacas, estimulando las células indiferenciadas provocando la iniciación del encallado y posteriormente la emergencia de raíces adventicias. Varias investigaciones demuestran que es posible lograr porcentajes aceptables de enraizamiento de hasta un 88% con estacas provenientes de material vegetal adulto y mediante el uso de AIB sembradas en camas y con diferentes sustratos. No obstante, estos resultados también dependen de factores externos como edad y genotipo del árbol madre, así como también del tipo de sustrato y los niveles de concentraciones de auxinas (11).

2.2.6. Sustratos para el enraizamiento

La función del sustrato durante el proceso de enraizamiento de estacas es la de actuar de soporte simple, resultando indispensable para controlar el calor y la humedad; el objetivo fundamental del sustrato es asegurar un buen drenaje para evitar el encharcamiento de agua a nivel de las raíces. Debe ser limpio, no necesariamente estéril, pero si debe existir buena humedad y buena aireación. Para alcanzar estas características, se suele emplear materiales como arena o grava fina, mientras que para asegurar una óptima capacidad de retención de agua se puede adicionar material orgánico como aserrín, turba, vermiculita u otros materiales. Con el fin de evitar problemas por pudrimiento en los esquejes, resulta necesario aplicar algún fungicida al sustrato para favorecer un adecuado enraizamiento (30).

Un correcto control ambiental favorece el enraizamiento de muchos tipos de estacas, que por lo general suelen ser muy difíciles de enraizar. Las condiciones ambientales afectan notablemente el metabolismo del material vegetativo a enraizar, razón por la cual, factores como la temperatura, humedad y luminosidad son de gran importancia para inducir el enraizamiento de las estacas, para esto, la temperatura óptima debe oscilar de 21 a 27°C en el día y 15°C durante la noche, temperaturas bajas afectan significativamente debido a que las tasas de evaporación disminuyen junto a la capacidad de retención de agua por parte del aire, lo cual es dependiente de la temperatura (31).

Las temperaturas moderadas ayudan a evitar el estrés hídrico, manteniendo la humedad relativa alta; así mismo, la disponibilidad de agua es importante debido a que, en las estacas con hojas, resulta imprescindible que éstas mantengan su turgencia y no provoque la muerte

del material vegetal antes de haberse inducido el enraizamiento; adicionalmente la luminosidad deben ser lo suficiente para que se acumulen más carbohidratos de los que se emplean en el proceso de la respiración (31).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación se llevó a cabo en la finca agrícola “Juanita” propiedad de la Sra. Juana Sanchez, ubicada en el cantón Quinsaloma, provincia de Los Ríos, geográficamente referenciada a 01^o14’06” de latitud sur y 79^o36’34” de longitud oeste, con una altitud de 84 msnm. Las condiciones geográficas de la zona son expuestas en la siguiente tabla.

Tabla 2. *Condiciones agroecológicas de la zona de estudio.*

Parámetros	Promedios
Temperatura promedio (°C)	25.3
Humedad relativa (%)	82.0
Heliofanía (horas luz/año)	1041
Precipitación (mm/año)	3229.3
Zona ecológica	Bosque húmedo tropical (bh-T)

Fuente: (32).

3.2. Tipo de investigación.

Esta investigación se desarrolló en un marco científico y experimental, dentro de los lineamientos de la línea de investigación de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ): Estudio, mejora genética y silvicultura de especies forestales y florísticas nativas y exóticas, en el trópico húmedo ecuatoriano.

3.2.1. Investigación de laboratorio.

Esta fase fue desarrollada en el laboratorio de Biotecnología perteneciente a la UTEQ, donde se elaboraron las hormonas enraizantes, para lo cual se inició con el pesaje de los materiales inertes como es el talco, procediéndose a pesar una cantidad de 30 g, posteriormente se pesaron los concentrados de ácido naftalenacético (ANA) y ácido indolbutírico (AIB) en sus respectivas concentraciones de acuerdo a los tratamientos los cuales están expresados en la Tabla 4; las hormonas se diluyeron en nitrato de amonio y alcohol al 75% y posteriormente se combinaron colocándolas en su respectivo recipiente rotulado dejándose secar por 24 horas a la luz del sol (28) (33) (34).

3.2.2. Investigación de campo.

Para la fase de campo se dispuso de una estructura tipo invernadero que proporcionó las condiciones necesarias de humedad y temperatura ideales para el enraizamiento, mientras que el material vegetativo se obtuvo de árboles productivos tomando las ramas semileñosas más jóvenes y sanas del tercio medio del árbol. Los esquejes se presentaron provistos de al menos 4 yemas axilares, además de presentar una longitud de aprox. 25 cm y un diámetro de 1 cm. Se sometió el material vegetal a desinfección empleando una solución de agua destilada y fungicida comercial Vitavax al 5% y posteriormente fueron sembradas dentro de fundas conteniendo sustrato comercial estéril.

3.3. Métodos de investigación.

3.1.1. Método de observación.

Se empleó este método de investigación con el fin de diferenciar los acontecimientos que conllevan la realización del presente ensayo, así como también de establecer y registrar los cambios que ocurren en el metabolismo vegetal, dando así origen a la formación de raíces a partir de estructuras celulares y gracias a la acción de las hormonas aplicadas.

3.1.2. Método deductivo.

Este método permitió relacionar las teorías existentes sobre el proceso de enraizamiento inducido, logrando sistematizar los conocimientos, seleccionando información verificada que permitan justificar la importancia de la ejecución de este proyecto investigativo y su repercusión en el ámbito técnico productivo de esta especie de interés comercial.

3.1.3. Método inductivo.

Este método se aplicó en el análisis e interpretación de los datos obtenidos en el ensayo, sintetizando la información de manera que permita formular las conclusiones generales a las que se llega después de ejecutar la investigación.

3.4. Fuentes de recopilación de información.

Las fuentes de información primarias estuvieron compuestas por los datos medidos de las estacas enraizadas mediante propagación vegetativa; mientras que, entre las fuentes secundarias estuvieron revistas científicas indexadas, libros, tesis de pre y posgrado, sitios web de categoría científica, entre otras cuyo valor científico fue comprobado.

3.5. Diseño de la investigación.

Para el desarrollo de la presente investigación se empleó un diseño experimental completamente al azar, evaluándose cuatro concentraciones hormonales enraizantes mas un tratamiento testigo, obteniendo así cinco tratamientos con 4 repeticiones cada uno. Se sometió a un análisis de la varianza para determinar los efectos del factor evaluado. El esquema del análisis de la varianza se muestra a continuación.

Tabla 3. *Análisis de la varianza.*

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamiento	t-1	4
Error experimental	t(r-1)	15
Total	t*r-1	19

Elaboración: Autor.

El modelo matemático del diseño experimental se presenta a continuación.

(Ecuación 1)

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

Donde:

Y_{ijk} es la variable de respuesta

μ es la media general

τ_i es el efecto i-ésimo de los tratamientos

ϵ_{ijk} es el error experimental

Cada unidad experimental estuvo conformada de 15 estacas por cada tratamiento, para lo cual se dispuso de 300 estacas para el efecto de la presente investigación. Los tratamientos a evaluarse se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4. *Tratamientos a estudiar.*

Tratamiento	Descripción	Rep.	U.E.	Estacas
T0	Sin hormona enraizante	4	15	60
T1	2500 mg/Kg ANA + 2500 mg/Kg AIB	4	15	60
T2	3000 mg/Kg ANA + 3000 mg/Kg AIB	4	15	60
T3	3500 mg/Kg ANA + 3500 mg/Kg AIB	4	15	60
T4	4000 mg/Kg ANA + 4000 mg/Kg AIB	4	15	60
Total de unidades experimentales				300

3.6. Instrumentos de investigación.

3.6.1. Variables bajo estudio.

Las variables se evaluaron a los 30 días después de la siembra de las estacas, donde se contabilizó el número de estacas que presentaron enraizamiento y formación de brotes.

3.6.1.1. Porcentaje de enraizamiento.

Esta variable permitió indicar la relación entre el número de estacas que presentaron enraizamiento sobre el conjunto total de estacas sembradas, para lo cual se empleó la siguiente formula:

(Ecuación 2)

$$\% \text{ enraizamiento} = \frac{\text{estacas totales} - \text{estacas enraizadas}}{\text{estacas totales}} \times 100$$

3.6.1.2. Longitud de la raíz mayor.

La longitud de la raíz se midió tomando como referencia el cayo de origen de las raíces, y se registró la longitud de la raíz más larga que presentó la plántula mediante el empleo de un calibrador pie de rey.

3.6.1.3. Número de raíces.

Se contabilizaron el número de raíces formadas en la estaca de acuerdo al muestreo respectivo.

3.6.1.4. Número de brotes.

Se contabilizaron el número de brotes formados a los 30 días después de la siembra de acuerdo a los tratamientos a evaluar.

3.6.1.5. Análisis económico.

El análisis económico consistió en el cálculo de la relación beneficio costo, para lo cual se estableció los costos incurridos en el establecimiento del ensayo de acuerdo a las dosis evaluadas, así como los ingresos por concepto de ventas de plantas obtenidas para luego establecer el coeficiente que demuestra, si su valor es mayor a 1, una rentabilidad aceptable.

3.6.2. Tratamientos de los datos.

Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de la varianza, mientras que para la comparación entre medias se empleó el test de Tukey, con una probabilidad del 5% ($p \leq 0.05$). Se empleó un software estadístico libre para el análisis estadístico de los datos correspondientes.

3.7. Recursos humanos y materiales.

3.7.1. Recursos humanos.

La presente investigación dispuso como recurso humano calificado al Dr. Orly Cevallos Falquez, en calidad de director del proyecto de investigación y al estudiante José Morales Minalla como autor de la presente investigación.

3.7.2. Materiales.

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

- Sustrato comercial estéril
- Plástico transparente de invernadero
- Tubos plásticos de PVC
- Machete
- Clavos
- Martillo
- Cinta adhesiva
- Hormonas enraizantes
- Equipos de laboratorio (balanzas, cajas)

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusión.

4.1.1. Enraizamiento.

Se realizó la evaluación de las estacas sembradas a los 30 días. El tratamiento T3 con 3500 mg/Kg de hormonas enraizantes presentó un 23.34% de estacas enraizadas, estadísticamente superior a los demás tratamientos evaluados y al testigo, quien no presentó enraizamiento de estacas en su totalidad. El coeficiente de variación fue de 18.84%. No hubo diferencias entre los tratamientos T2 y T4, mientras que T1 alcanzó apenas un 8.34% de estacas enraizadas (Tabla 5).

Estos resultados demostraron un bajo porcentaje de enraizamiento de esta especie frutal al emplear la técnica de enraizamiento con hormonas, no obstante, en las estacas que no presentaron raíces se pudo observar la presencia de callo, a excepción del tratamiento testigo quien no presentó formación de callo.

La baja formación de raíces se puede atribuir al tiempo de enraizamiento que se empleó, debido a que, Salazar *et al.*, (27), en su investigación demuestra que el número de días transcurridos desde el anillado de las estacas hasta que se formaron la raíces en forma precoz fue de 60 a 90 días, mientras que de forma intermedia necesitaron de 120 a 150 días y hasta 180 días para la formación de raíces tardías. Este mismo autor recalca que el anillado es la técnica de propagación vegetativa que alcanza mejores resultados en la propagación de patrones de aguacate.

No obstante, Escobedo (35), en su investigación implementó una metodología para el enraizamiento de aguacate variedad Duke, donde se empleó brotes etiolados y se usó dosis de 5 000 y 10 000 mg/kg de auxinas alcanzando porcentajes de 43.3 y 56.6 % respectivamente, presentando formación de raíces a partir de los 45 días después de la siembra. En el tratamiento testigo no existió formación de raíces.

Tabla 5. *Enraizamiento promedio de las estacas de aguacate Hass.*

Tratamiento	Enraizamiento (%)
T1 2500 mg/Kg ANA + AIB	8.34 b
T2 3000 mg/Kg ANA + AIB	11.67 b
T3 3500 mg/Kg ANA + AIB	23.34 a
T4 4000 mg/Kg ANA + AIB	11.67 b
T0 TESTIGO	0.00
Media	13.76
C.V. (%)	18.84

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

C.V.: Coeficiente de variación.

Romero y Díaz (36), alcanzaron valores significativos de enraizamiento de ramas de aguacate al emplear la técnica de acodo aéreo con varias dosis de auxinas ANA y AIB. Los resultados obtenidos concuerdan con los alcanzados durante la presente investigación, donde los mayores resultados se alcanzaron con las dosis más altas y presentando un valor muy bajo o casi nulo en el tratamiento testigo en el cual solo se empleó sustrato.

Los bajos valores de enraizamiento son más comunes al emplear el estacado, puesto que, de acuerdo a Palacios *et al.*, (37), la técnica de etiolación y acodo es actualmente la principal alternativa de propagación vegetativa implementada a nivel mundial para la multiplicación comercial de clones de aguacate (*Persea americana* Miller.), cuya etapa de enraizamiento es considerada como la más crítica del proceso.

4.1.2. Formación de raíces.

Los resultados alcanzados en la formación de raíces demostraron que el T3 alcanzó un mayor promedio de raíces por estaca con 2.75, en comparación con los tratamientos T2 y T4, ambos con un promedio de 1.25. Cabe resaltar que el tratamiento testigo no presentó formación de raíces, por ende, no presenta valores en esta variable. La longitud promedio de las raíces formadas presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T3 presentó la mayor longitud promedio de raíces formadas, así mismo se pudo observar que no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos T2 y T3 (Tabla 6).

Tabla 6. Número de raíces y longitud promedio de las raíces formadas mediante enraizamiento hormonal de aguacate Hass.

Tratamiento	Número de raíces	Longitud de raíces (cm)
T1	1.00 b	0.55 c
T2	1.25 b	0.73 b
T3	2.75 a	1.58 a
T4	1.25 b	0.77 b
T0	0.00	0.00
Media	1.56	0.91
C.V. (%)	10.10	7.13

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$).

C.V.: Coeficiente de variación.

La cantidad de raíces formadas responde específicamente a la presencia de hormonas en la zona vascular al momento de la siembra, puesto que se pudo observar que el tratamiento testigo no presentó indicios de formar esbozos radiculares (callos). Estos resultados confirman lo descrito por Estay *et al.*, quienes en sus investigaciones demostraron que la capacidad de los tallos de varias especies diferentes para formar raíces está en parte relacionada con el tipo de tejido presente y su distribución, por ejemplo, en plantas del género *Salix*, la capacidad de enraizamiento es muy alta porque estas plantas tienen raíces adventicias preformadas, así como también especies con radios vasculares anchos también forman raíces fácilmente, del mismo modo, especies con discontinuidades en el anillo de fibra del floema producen raíces más fácilmente (38).

La concentración de auxinas se vuelve indispensable para la inducción de las células a la formación de los callos, no obstante, la concentración de 3500 mg/kg de ANA y AIB fue la que alcanzó la mayor formación de raíces sin ser específicamente la mayor concentración. En el caso específico del aguacate, esta especie es difícil de enraizar debido a que, según Estay *et al.*, los tallos deben experimentar en primer lugar una lignificación reducida en el xilema secundario, posteriormente una mayor concentración de auxina y un menor grosor de la peridermia, junto con la desorganización de las fibras del esclerénquima, para favorecer una mayor formación de raíces adventicias (38).

4.1.3. Formación de brotes.

Se evidenció la formación de brotes en las estacas que presentaron enraizamiento. El tratamiento T3 presentó un mayor número de brotes formados en comparación con los otros tratamientos evaluados. No obstante, no se evidenció diferencias estadísticas entre T3 y T2 con una menor concentración hormonal. El coeficiente de variación alcanzado fue de 10.41 (Tabla 7).

La formación de brotes se presentó de manera baja, esto se debe, según, porque el aguacatero es una especie de difícil propagación vegetativa, razón por lo que se han utilizado diferentes metodologías para su multiplicación. Rogel *et al.*, (39) en su investigación menciona la conveniencia de injertar el portainjerto específico sobre plántulas de semilla y obtener estacas con su base etiolada y anillada para promover el enraizamiento.

Tabla 7. Promedio de brotes formados por las estacas de aguacate en respuesta al enraizamiento hormonal.

Tratamiento	Número de brotes
T1	1.50 b
T2	2.00 ab
T3	2.75 a
T4	1.75 ab
T0	0.00
Media	2.00
C.V. (%)	10.41

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0.05$). C.V.: Coeficiente de variación.

Estos resultados demostraron la dificultad congénita del aguacatero para formar raíces adventicias y por ende brotes debido al alto grado de heterocigosis que se demuestra en esta especie; esto se comprueba en la investigación presentada por Escobedo (35), quien además al emplear la técnica de etiolado alcanzó un 50 % de enraizamiento y formación de brotes al emplear concentraciones de hasta 10 000 mg/kg de auxinas en brotes etiolados.

Gómez *et al.*, (40) demostró en su investigación que la capacidad de enraizamiento varía enormemente entre secciones de material vegetal, y esta capacidad va desde 10 a 100% de enraizamiento, presentando un promedio de 66% al emplear dosis de 10 000 mg/kg de ANA más 20 000 mg/kg de AIB. Del mismo modo se alcanzó la formación de raíces a los 90-120 días después de la siembra lo que demostró el potencial de las estacas de aguacate.

4.1.4. Análisis económico.

El análisis económico realizado a los tratamientos evaluados durante la presente investigación, permitió determinar que la concentración de 4000 mg/kg incurrió en los costos más altos por efecto de una mayor concentración hormonal, sin embargo, el tratamiento T3 con dosis de 3500 mg/kg al alcanzar mayores enraizamientos permitió desarrollar más plantas con aptitud para la venta, logrando mejores ingresos en comparación con las otras dosis evaluadas (Tabla 8).

El tratamiento empleando una concentración de 3500 mg/kg (T3) alcanzó una relación beneficio/costo de 1.09, lo que demuestra una mayor rentabilidad en comparación con los demás tratamientos, lo cual permite establecer que al emplear la dosis T3 se logra recuperar la inversión y ganar \$ 1.09 por cada dólar invertido.

Tabla 8. Costos, ingresos y relación Beneficio/Costo de las dosis de hormonas evaluadas en el enraizamiento de varetas de aguacate (*Persea americana*).

Rubros	TRATAMIENTOS				
	Testigo	(2500 mg/kg ANA + 3000 mg/kg AIB)	(3000 mg/kg ANA + 3000 mg/kg AIB)	(3500 mg/kg ANA + 3500 mg/kg AIB)	(4000 mg/kg ANA + 4000 mg/kg AIB)
	USD	USD	USD	USD	USD
Hormonas ANA	0.00	0.21	0.25	0.29	0.33
Hormonas AIB	0.00	0.21	0.25	0.29	0.33
Alcohol	0.00	0.15	0.15	0.15	0.15
Talco	0.00	0.35	0.35	0.35	0.35
Recipientes	0.00	0.25	0.25	0.25	0.25
Costos variables	0.00	1.17	1.25	1.33	1.41
Arena	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Vitavax	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
Plástico	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
Jornales	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Varetas	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Costo fijo	18.77	18.77	18.77	18.77	18.77
Costo total	18.77	19.94	20.02	20.10	20.18
Plantas obtenidas (unidades)	0	5	7	14	7
Precio/planta	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Total de ingresos	0.00	15.00	21.00	42.00	21.00
Beneficio neto	-18.77	-4.94	0.98	21.90	0.82
Relación beneficio costo	-1.00	-0.25	0.04	1.09	0.04

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.2. Conclusiones.

La concentración de hormonas enraizadoras que permite la propagación vegetativa de estacas de aguacate fue de 3500 mg/kg de ANA y AIB, no obstante, el porcentaje de enraizamiento alcanzado fue muy bajo, apenas del 23% de las estacas sembradas debido a la naturaleza de los tejidos meristemáticos de las estacas a enraizar.

Al emplear esta dosis alta se apreció una modificación de los tejidos que permitieron a las células involucrar a formar primordios de estructuras radiculares

Las estacas de aguacate sometidas a enraizamiento lograron emitir raíces y brotes gracias al empleo de hormonas enraizadoras ANA y AIB, no obstante, el porcentaje de mortalidad de las estacas fue elevado en comparación con otras especies leñosas.

El tratamiento T3 alcanzó una rentabilidad aceptable, lo cual demuestra que el enraizamiento de estacas de aguacate empleando esa concentración de hormona enraizadora es económicamente significativa. Los demás tratamientos evaluados en la presente investigación no alcanzaron una rentabilidad económica aceptable.

4.3. Recomendaciones.

Establecer una metodología de enraizamiento de brotes etiolados en vez de estacas, puesto que por su naturaleza son más difíciles de enraizar.

Evaluar otras auxinas en el enraizamiento de estacas de aguacate para establecer su efecto en la inducción al enraizamiento.

Evaluar otras metodologías de propagación que permitan reducir los costos de producción y aumentar el rendimiento.

CAPÍTULO V
BIBLIOGRAFÍA

5.1. Referencias bibliográficas.

1. Tomalá MA. Evaluación de tratamientos para aumentar la germinación en la semilla del aguacate Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana de Zamorano; 2002.
2. Viera A, Sotomayor A, Viera W. Potencial del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill) en Ecuador como alternativa de comercialización en el mercado local e internacional. Revista Científica y Tecnológica UPSE. 2016; 3(3): p. 1-9.
3. Flick R. Ecuador: El aguacate Hass, con un gran potencial de exportación. Revista El Productor. 2012; 1(22).
4. Pillajo C. Estandarización de una metodología de multiplicación clonal de portainjertos de aguacate (*Persea americana* Miller). Tumbaco: UCE; 2013.
5. Guerrón A, Espinoza 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. Tumbaco, Quito: Universidad Técnica del Norte; 2015.
6. Pullas D. Propagación clonal de aguacate Duke 7 (*Persea americana* Mill) mediante técnica de etiolación de brotes o cultivo in vitro Salgolqui, Ecuador: ESPE; 2011.
7. Hartman HTyDEK. Propagación de Plantas. C.E.C.S.A, 812 p. México; 1980.
8. Reinoso M. El aguacate en Ecuador. Revista El Agro. 2016; 1(1): p. 4-9.
9. Darrouy N, Castro M, Cautín R, Kort L, Bozzolo R. Efecto de la posición de la yema y de la poda en plantas de aguacate destinadas a la clonación. Rev. Fitotec. Mex. 2010; 33(3): p. 249-256.
10. Ibarra A. Organogénesis de cuatro cultivares de aguacate *Persea americana* Mill Leon UAdN, editor. Nuevo León: Primera; 2015.

11. Uribe M, Ulloa J, Delaveau C, Sáez K, Muñoz F, Cartes P. Influencia de las auxinas sobre el enraizamiento in vitro de microtallos de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser. *Gayana Botánica*. 2012; 69(1): p. 105-112.
12. Cassini M. Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y de la presencia de hojas en el arraigamiento de estacas de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser cosechadas en dos épocas diferentes. *Ecología Austral*. 2007; 17(1): p. 151-158.
13. Ramirez S. Evaluación de extractos microbianos frente a pudriciones radiculares en aguacate generadas por *Phytophthora cinnamomi* Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2016.
14. Macías J. Propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB Quevedo: Universidad Tecnica Estatal de Quevedo; 2013.
15. Campos E, Ayala J, Andrés J, Espindola MA. Propagación de aguacate Chapingo: Universidad Autónoma Chapingo; 2012.
16. Castellanos R, Muñoz RB, Cruz JG. Propagación del aguacatero por acodo utilizando etiolación, ácido indolbutírico y obstrucción de savia. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 2000; 6(1): p. 101-104.
17. Rodríguez J, Tobar V, Lopez J, Roche MC. Efecto de la combinación de auxinas y silicio en la inducción de raíces adventicias en brotes de aguacate criollo in vitro. En: XII Participación de la Mujer en la Ciencia Michoacan; 2010 p. 1-5.
18. Barrientos A, López L. Historia y genética del aguacate. *Research Gate*. 2014; 1(1): p. 100-121.
19. Dussan C. Técnica de inducción floral como mecanismo para la programación de cosechas de aguacate hass producido en la zona marginal alta cafetera Dosquebradas, Risaralda: Universidad Tecnica Abierta y a Distancia; 2014.
20. Loaiza P, López E. Elaboración de una salsa a base de la pulpa de aguacate variedad Hass y su proyección a nivel industrial Guayaquil, Ecuador: ESPOL; 2013.

21. Castillos M. Evaluación de dos técnicas de propagación asexual en Azahar de la India (*Murraya paniculata* L. Jack) Cabudare: Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado; 2002.
22. Conde M. Propagación in vivo de *Cinchona officinalis* L., a partir de material vegetal sexual y asexual, con fines de conservación de la especie Loja, Ecuador: Universidad Nacional de Loja; 2016.
23. Soudre, M; Mesen, F; Del Castillo, D; Guerra, H.. Memoria del curso internacional “Bases técnicas para la propagación vegetativa de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas” IIAP, P 100. Pucallpa-Perú.; 2008.
24. Zaldívar M, Sánchez J. Propagación clonal de portainjertos de aguacate (*Persea americana* Mill) variedad Ereguayquín a través de la técnica de acodo aéreo utilizando etiolación y ácido indolbutírico como enraizador San Salvador: Universidad de El Salvador; 2014.
25. Stein U, Parrella MP. Seed extract shows promise in leafminer control. California Agriculture. 1985; 1(1): p. 19-20.
26. Langé P. Efecto de auxinas en el enraizamiento de estaquillas de *Buxus sempervirens* L., en distintas épocas del año Esperanza, Argentina: Universidad Nacional del Litoral; 2014.
27. Salazar S, Velasco J, Medina R, Gomez J. Selecciones de aguacate con potencial de uso como portainjertos. II. Respuesta al enraizamiento mediante acodos. Revista Fitotecnia Mexicana. 2004; 1(2).
28. Castrillon JC, Carvajal E, Ligarreto G, Magnitskiy S. El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (*Vaccinium meridionale* Swart) en diferentes sustratos. Agronomía Colombiana. 2008; 26(1): p. 16-22.
29. Nieto V, Valdivieso M. Establecimiento de un protocolo de regeneración in vitro y aclimatación para *Fuchsia pilaloensis* y *Fuchsia hybrida* para su conservación Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana; 2013.

30. Lucero D. Enraizamiento de esquejes para la producción de plantas de café variedad Robusta *Coffea canephora* Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato; 2013.
31. Jerez E. Propagación sexual y asexual de la cascarilla (*Cinchona officinalis* L.), con fines de potencial reproductivo en el vivero catiglata del concejo provincial de Tungurahua Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politecnica del Chimborazo; 2017.
32. INAMHI. Anuario Meteorológico. 51st ed. Quito: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía; 2015.
33. Navarrete K. Uso de auxinas en acodos aéreos para la propagación de plantas in vivo de guayacán (*Tabebuia chrysantha* Jacq) Guayaquil: Universidad de Guayaquil; 2015.
34. Zapatier A. Efecto de ANA y AIB en la propagación por esqueje de mamey (*Mammea americana* L.) en el cantón Quevedo Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2015.
35. Escobedo V. Estudio de propagación clonal por esquejes del portainjerto de palto "Duke" (*Persea americana* Mill.) utilizando brotes etiolados y cámaras húmedas individuales. Avocado Source. 2009; 1(1): p. 1-79.
36. Romero L. Reproducción vegetativa o asexual del aguacate. California Avocado Society. 1972; 57: p. 171-174.
37. Palacios N, Castro M, Cautín R, Kort L, Bozzolo R. Effect of bud position and pruning on avocado stock plants intended for cloning. Rev. Fitotec. Mex. 2010; 33(3): p. 249-256.
38. Estay C, Cautín R, Neaman C, Castro M. Clonal propagation of the avocado: effects of the rooting step on graft union formation and development. Ciencia e Investigación Agraria. 2016; 43(2): p. 233-241.
39. Rogel I, Muñoz R, Cruz J. Propagación del aguacatero por acodo utilizando etiolación, Ácido Indolbutírico y obstrucción de savia. Revista Chapingo Serie Horticultura. 2000; 6(1): p. 101-104.

40. Gómez J, Medina R, Salazar S, Velasco J. Selecciones de aguacate con potencial de uso como portainjertos. Respuesta al enraizamiento mediante acodos. Lund University Journals. 2004; 27(2): p. 183-190.

CAPÍTULO VI
ANEXOS

6.1. Anexo 1. Análisis de varianza.

Tabla 9. Análisis de varianza para la variable enraizamiento.

F.V.	S.C.	G.L	C.M.	F	P
TRATAMIENTO	1124.57	4	281.14	18.09	<0.0001***
ERROR	233.17	15	15.54		
TOTAL	1357.74	19			

F.V., Fuente de variación; S.C., Suma de cuadrados; G.L. Grados de libertad; C.M. Cuadrado medio; F., Valor de Ficher calculado; P., Probabilidad.

Tabla 10. Análisis de varianza para la variable producción de raíces.

F.V.	S.C.	G.L	C.M.	F	P
TRATAMIENTO	15.50	4	3.88	13.68	0.0001***
ERROR	4.25	15	0.28		
TOTAL	19.75	19			

F.V., Fuente de variación; S.C., Suma de cuadrados; G.L. Grados de libertad; C.M. Cuadrado medio; F., Valor de Ficher calculado; P., Probabilidad.

Tabla 11. Análisis de varianza para la variable longitud de raíces.

F.V.	S.C.	G.L	C.M.	F	P
TRATAMIENTO	5.14	4	1.29	479.46	<0.0001***
ERROR	0.04	15	2.7 ⁻³		
TOTAL	5.18	19			

F.V., Fuente de variación; S.C., Suma de cuadrados; G.L. Grados de libertad; C.M. Cuadrado medio; F., Valor de Ficher calculado; P., Probabilidad.

Tabla 12. Análisis de varianza para la variable producción de brotes.

F.V.	S.C.	G.L	C.M.	F	P
TRATAMIENTO	16.3	4	4.08	13.58	0,0001***
ERROR	4.5	15	0.30		
TOTAL	20.8	19			

F.V., Fuente de variación; S.C., Suma de cuadrados; G.L. Grados de libertad; C.M. Cuadrado medio; F., Valor de Ficher calculado; P., Probabilidad.

6.2. Anexo 2. Evidencia fotográfica.



Estacas cortadas previo a la siembra



Longitud promedio de las estacas, donde se observa el corte de las hojas en 1/3



Corte en bisel de las estacas



Desinfección de las estacas en Vitavax



Aplicación de hormonas a las estacas



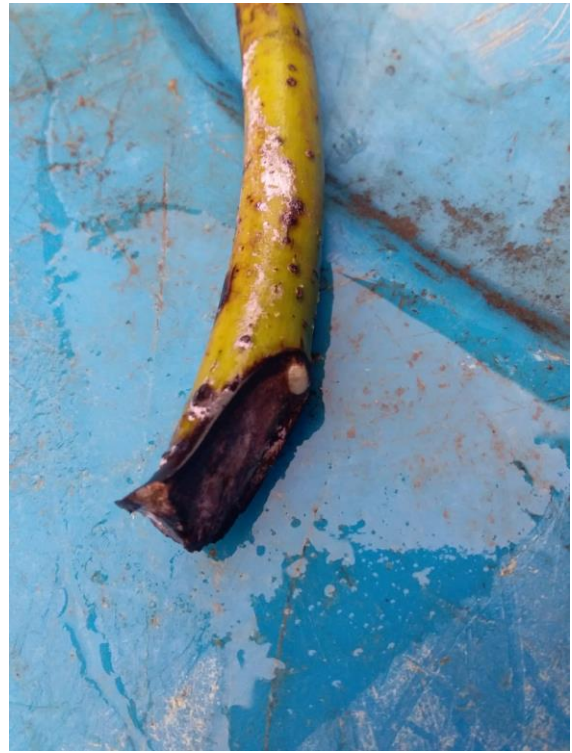
Siembra de las estacas en el sustrato



Elaboración de cámara enraizadora, con tubos de PVC y plástico de invernadero



Estacas sembradas ya ubicadas dentro de la cámara enraizadora



Formación de callo en las estacas



Formación de raíces



Formación de brotes