UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA

MODALIDAD SEMIPRESENCIAL

INGENIERÍA AGROPECUARIA

Tema de la Tesis

"PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE CACAO CCN-51 POR ACODO AÉREO CON TRES DOSIS DE HORMONAS ENRAIZADORAS ANA Y AIB"

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor

JOSÉ WELLINGTON MACÍAS ZAMBRANO

Director de Tesis

Lcdo. HÉCTOR ESTEBÁN CASTILLO VERA, MSc.

Quevedo - Ecuador

2013

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **José Wellington Macías Zambrano,** 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.

_____

José Wellington Macías Zambrano

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, Lcdo. Héctor Esteban Castillo Vera, MSc., Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado **José Wellington Macías Zambrano**, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario el trabajo de investigación titulada **"PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE CACAO CCN-51 POR ACODO AÉREO CON TRES DOSIS DE HORMONAS ENRAIZADORAS ANA Y AIB",** bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

_____

Lcdo. Héctor Esteban Castillo Vera, MSc.
DIRECTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA

CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE CACAO CCN-51 POR ACODO AÉREO CON TRES DOSIS DE HORMONAS ENRAIZADORAS ANA Y AIB

TESIS DE GRADO

Presentado al Comité Técnico Académico como requisito previo a la obtención del título de **INGENIERO AGROPECUARIO**

Aprobado:

_____

Ing. MSc. Jessica Mackencie A.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

_____

Ing. MSc. Javier Guevara Santana,
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

_____

Ing. MSc. Caril A. Arteaga Cedeño
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

Año 2013

AGRADECIMIENTO

El autor deja constancia de su agradecimiento:

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, digna institución de enseñanza e investigación, a través de la Unidad de Estudios a Distancia, por recibirme como estudiante.

A las autoridades de la Universidad

Al Ing. Roque Vivas Moreira, MSc., Rector de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por su gestión en beneficio de la comunidad universitaria.

Al Ec. Roger Tomás Yela Burgos, MSc., Director de la Unidad de Estudios a Distancia, por su gestión realizada en su administración.

Al Lcdo. Héctor Estebán Castillo Vera, MSc., quien cumplió en forma desinteresada con la verdadera función de director de tesis, para el logro y feliz culminación de mis estudios, tanto impartiendo sus conocimientos y enseñanzas así como consejos y sugerencias.

A los compañeros del paralelo “W” por su amistad brindada durante los estudios.

DEDICATORIA

A través del presente trabajo quiero agradecer a Dios nuestro Señor, por permitirme ser parte de esta vida y desenvolverme en la misma, con la sabiduría que él me brindó, como una persona de bien con valores morales y éticos necesarios en mi formación como persona.

A mis padres a quienes les debo todo lo que soy, gratificaciones de esta manera ya que pienso que a través de la obtención de mi título de Ingeniero Agropecuario pueden saborear la misión del deber cumplido.

A mi esposa e hijos quienes fueron mi motivo de superación de seguir adelante y poder culminar con éxito mi carrera universitaria.

A todos y cada uno de mis hermanos, ya que a través de cada uno de ellos fueron ejemplos de superación y muy en especial a mi hermano Walter y mi compañero/amigo de toda la vida Gustavo Zúñiga por habernos propuesto este objetivo de obtener el título profesional y alcanzar esta meta anhelada.

A los tutores porque cada uno de ellos impartieron sus conocimientos en las clases tutoriales; y en especial al MSc. Héctor Castillo nuestro Director de tesis por guiamos con sus sabias enseñanzas y experiencias en la realización de nuestra tesis de grado.

José Wellington

ÍNDICE GENERAL

		Pág.
CARÁTULA		i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS		ii
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS		iii
MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE TESIS		iv
AGRADECIMIENTO		v
DEDICATORIA		vi
INDICE GENERAL		vii
INDICE DE CUADROS		x
INDICE DE ANEXOS		xi
RESUMEN EJECUTIVO		xiii
ABSTRAC		xiv
CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN		1
1.1.	INTRODUCCIÓN	2
1.2.	Objetivo	3
1.2.1.	General	3
1.2.2.	Especifico	3
1.3.	Hipótesis	3
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO		4
2.1.	Fundamentación Teórica	5
2.1.1.	Origen y distribución	5
2.1.2.	Características de la planta del CCN-51	6
2.2.	Morfología y taxonomía	7
2.3.	Condiciones edafoclimaticas para el cultivo de cacao	8
2.3.1.	Precipitación	9
2.3.2.	Temperatura	9
2.3.3.	Viento	10
2.3.4.	Altitud	10

2.3.5. Luminosidad 11
2.4. Control de plaga y enfermedades 11
2.5. Propagación del cultivo de cacao 12
2.5.1. Sexual 12
2.5.2. Asexual 12
2.5.3. Acodo 13
2.5.4. Formación de callo 15
2.5.5. Proceso de rizogénesis 16
2.5.6. Edad, diámetro y longitud de ramas 16
2.5.7. Presencia de hojas 17
2.5.8. Sustrato 18
2.6. Hormonas vegetales 18
2.6.1. Sustancias reguladoras de crecimiento en las plantas 18
2.5.2. Tipos de reguladores de crecimiento 20
2.6.3. Auxinas 20
2.6.4. Citoquininas 22
2.6.5. Multiplicación por hormonas ANA y AIB 23

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 26
3.1. Materiales y Métodos 27
3.1.1. Localización y duración del experimento 27
3.1.2. Condiciones meteorológicas 27
3.1.3. Materiales y equipos 28
3.1.4. Características de la Unidad Experimental 29
3.1.5. Tratamientos 29
3.1.6. Diseño experimental 29
3.1.7. Variables a evaluarse 30
3.1.7.1. Porcentaje de plantas enraizadas 30
3.1.7.2. Longitud del callo 30
3.1.7.3. Longitud promedio de la raíz 30
3.1.7.4. Número de raíz 30
3.1.9. Análisis económico 30
3.1.9.1. Ingreso bruto por tratamiento 30

3.1.9.2. Costos totales por tratamiento 31
3.1.9.3. Utilidad neta 31
3.1.9.4. Relación beneficio / costo 32
3.1.10. Manejo del experimento 32
3.1.10.1. Recolección de plantas 32
3.1.10.2. Desinfección del sustrato 32
3.1.10.3. Selección de la planta donadora y corte de material vegetativo 33
3.1.10.4. Elaboración de los acodos aéreos 33
3.1.10.5. Riego 33

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 34
4.1. Resultados y discusión 35
4.1.1. Longitud del callo (cm) 35
4.1.2. Número de raíz 36
4.1.3. Longitud de raíz 37
4.1.4. Porcentaje de enraizamiento 39
4.1.5. Análisis económico 40

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 42
5.1. Conclusiones 43
5.2. Recomendaciones 44

CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA 45
6.1. Literatura Citada 46

CAPÍTULO VII ANEXOS 51
7.1. Anexos 52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Condiciones meteorológicas del sitio de investigación	27
2	Unidad experimental	29
3	Esquema del análisis de varianza	29
4	Longitud de callo (cm), en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.	36
5	Número de raíz en la evaluación, en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.	37
6	Longitud de raíz (cm), en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.	39
7	Porcentaje de enraizamiento (%), en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.	40
8	Costos por tratamiento en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA y AB.	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Pág.
1	Resultados de las variables analizadas en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.	52
2	Análisis de varianza para la variable longitud de callo (cm) a los 30 días, en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.	53
3	Análisis de varianza para la variable longitud de callo (cm) a los 60 días, en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.	53
4	Análisis de varianza para la variable Número de raíz, en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.	53
5	Análisis de varianza para la variable longitud de raíz (cm), en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.	54
6	Análisis de varianza para la Porcentaje de enraizamiento (%), en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.	55

7 Localización de la investigación 56

8 Croquis de campo 56

9 Fotos 57

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó en el cantón Quevedo, parroquia. San Carlos, cuya ubicación geográfica es de 1° 3´ 18´´ de latitud sur y de 79° 25´ 24´´ de longitud oeste, a una altura de 73 msnm, con una duración de 180 días los objetivos a). Evaluar la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con la aplicación de tres dosis de hormonas enraizadoras ANA y AIB. b) Establecer la mejor concentración de hormas enraizadoras ANA y AIB en la multiplicación de CCN-51 por acodo aéreo, c) Determinar el peso de raíces con la utilización de tres dosis de hormonas enraizadoras ANA y AIB e) Determinar los costos de producción de los tratamientos en estudio.

Se utilizaron los siguientes tratamientos (Testigo), 1500 mg/l ANA + 1500 AIB mg/l, 2000 mg/l ANA + 2000 AIB mg/l, 2500 mg/l ANA + 2500 AIB mg/l.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. Para determinar la diferencia entre medias se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 95% de probabilidad. Las variables en estudio fueron: porcentaje de plantas enraizadas, longitud del callo, longitud promedio de la raíz y número de raíz.

Los resultados presentaron el mejor tratamiento para el enraizamiento de acodos aéreos en cacao CCN-51 fue la aplicación de 2000 mg./L ANA ácido naftalenacético + 2000 mg/l AIB ácido indolbutírico porque presentó los máximos valores de porcentaje de acodos enraizados, número de raíces por acodo 98% y 30.3 cm. Las tres dosis de hormonas enrraizadoras AIB Y ANA, en combinaciones de 1500, 2000 y 2500 proporciones igualdad estadística, presentaron un comportamiento semejante y con máxima en la respuesta, en longitud de raíz, número de raíces, en el porcentaje de acodos enraizados con rango de 2.35 a 3.03 cm; 4.45 a 4.56 cm y 97.00 a 98.50%. En el análisis económico el tratamiento T3 (2000 mg/l ANA + 2000 AIB mg/l) presentó la mejor relación consto con 1.10 dólares.

ABSTRAC

This research was conducted in the canton Quevedo parish. San Carlos, whose geographical location is 1 ° 3 '18'' south latitude and 79 ° 25' 24'' W, at a height of 73 meters, with a duration of 180 days goals). Evaluate vegetative propagation of cacao CCN-51 air layering with the application of three doses of hormones enraizadoras NAA and IBA. b) Establish the best concentration of NAA and IBA enraizadoras lasts in the multiplication of CCN-51 air layering, c) Determine the weight of roots with the use of three doses of hormones NAA and IBA enraizadoras e) Determine production costs the study treatments.

We used the following treatments (Control), 1500 mg / l IBA ANA + 1500 mg / l, 2000 mg / l IBA ANA + 2000 mg / l, 2500 mg / l IBA ANA + 2500 mg / l.

We used a completely randomized design (CRD) with four treatments and four replicates. To determine the difference between means was applied multiple range test of Tukey at 95% probability. The variables studied were: percentage of rooted plants, callus length, root length and average root number.

The results showed the best treatment for rooting of air layers in cacao CCN-51 was the application of 2000 mg. / L naphthaleneacetic acid ANA + 2000 mg / l indole butyric acid AIB that presented the maximum values rooted layering percentage, number of roots by layering 98%, and 30.3 cm. All three doses of hormones enrraizadoras IBA and NAA, in combinations of 1500, 2000 and 2500 statistical equal proportions, showed a similar behavior with the maximum response, root length, number of roots, in the percentage of rooted layering with range from 2.35 to 3.03 cm, 4.45 to 4.56 cm and 97.00 to 98.50%. In economic analysis T3 treatment (2000 mg / l IBA ANA + 2000 mg / l) had the best relationship I consist with $ 1.10.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

El cacao es una planta originaria de América del Sur, del área que comprende la Amazonía (Perú, Ecuador, Colombia, Brasil y Venezuela). Antiguamente en México, los aztecas lo consideraban "La bebida de los dioses", de allí deriva su nombre científico (*Theobroma, que significa bebida de Dios*). Fue llevado por los españoles a Europa, para luego convertirse en una de los productos más populares del mundo.

El Ecuador es el séptimo productor mundial de cacao, con un volumen de 89.036 tonelada métrica por año. La superficie total de cultivo de cacao en nuestro país es de 378.520 ha-1, que corresponden a 54.000 unidades de producción, aproximadamente el 90% de la superficie dedicada a la producción de cacao está en manos de pequeños propietarios y representa casi el 65% de la producción nacional. **INEC (2002).**

Con tecnologías de propagación asexual o vegetativa, ya que con ella, se podría evitar la absoluta dependencia de la semilla botánica, conservar germoplasma valioso y multiplicar los genotipos superiores de las principales especies, y mantener todas las características de la planta madre .La propagación asexual se puede realizar por medio de acodo aéreos con la utilización de hormonas enraizadoras.

El acodo es una técnica de reproducción asexual de las plantas que consiste en formar nuevos ejemplares a partir de una rama de la planta madre, no separada todavía de la misma, a la cual se le hacen brotar raíces, una vez producidas las raíces, la rama se separa de la planta madre, mediante esta forma de multiplicación se obtienen nuevas plantas que son genéticamente iguales a la planta la cual se obtuvo la rama. Este método de multiplicación es más complejo que si se hace a través de esquejes, aunque tiene la ventaja que el acodo puede recibir agua y nutrientes de la planta madre mientras está brotando raíces.

La presente investigación, reúne las diversas técnicas y principales experiencias de propagación vegetativa por acodo aéreos con la utilización de tres dosis de hormonas enraizadoras, cacao CCN-51, que podrían ser de utilidad para iniciar acciones de mejoramiento genético y repoblamiento a escala comercial para obtener mayor producción.

1.2. Objetivo

1.2.1. General

Evaluar la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con la aplicación de tres dosis de hormonas enraizadoras ANA y AIB.

1.2.2. Especifico

- Establecer la mejor concentración de hormas enraizadoras ANA y AIB en la multiplicación de CCN-51 por acodo aéreo.
- Determinar la longitud y número de raíces con la utilización de tres dosis de hormonas enraizadoras ANA y AIB.
- Determinar los costos de producción de los tratamientos en estudio.

1.3. Hipótesis

Con la aplicación de mayor dosis de hormonas enraizadoras ANA y AIB se logrará obtener un mayor porcentaje de enraizamiento en multiplicación por acodo aéreo de cacao CCN-51.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación Teórica

2.1.1. Origen y distribución

El cacao (*Theobroma cacao L*) CCN-51 es fruto de varios años de investigación en hibridación de plantas, lo cual fue realizado de forma acertada por el Agr. Homero Castro Zurita en Naranjal (Provincia del Guayas), por el año de 1.965. Es importante señalar que el origen genético de este clon es fruto del cruzamiento entre IMC-67 (Amazónico) x ICS-95 (Trinitario), y la descendencia de estos fue cruzada con otro cacao del oriente que el agrónomo Castro lo colectó y denominó Canelos por el lugar de origen.

Por lo tanto, el CCN-51 corresponde a lo que se conoce como un híbrido doble. Lo que hay que resaltar es que solamente la planta número 51 fue la que se destacó por sus excelentes características agronómicas y sanitarias, motivo por el cual fue clonada en forma masiva. En la actualidad, del hectareaje total de cacao del Ecuador aproximadamente un 10% corresponde a CCN-51. **QUIROLA (2008).**

El CCN-51 por las características de sus granos y mazorcas favorece un alto rendimiento industrial. Los principales productos semielaborados de exportación son: licor de cacao, manteca de cacao, polvo de cacao y chocolates. Estos productos se someten a un estricto control de calidad antes, durante y después del proceso de elaboración. **EMBAECUADOR (2007).**

El clon CCN-51 fue seleccionado y estudiado por nuestro recordado amigo, agrónomo Homero Castro, hace más de 30 años. Este incansable científico investigaba la población de cacao en nuestro alto Amazonas, coleccionando material genético para Usarlos en programas de cruzamientos con variedades Trinitarias y otros cultivares, buscando un clon de alta calidad y gran productividad resistente a las enfermedades que más afectan a nuestros huertos de cacao: ”Escoba de Bruja”, “Monilla” y Ceratocystis (Mal del Machete). Fue así como después de muchos ensayos, el agrónomo Homero Castro obtuvo este clon, que cumple ampliamente con los objetivos propuestos.

Una de las plantaciones más antiguas de CCN-51, fue establecida en 1965 en la zona de Naranjal en la Hacienda “Sofía”, que fue la propiedad del Sr. Cesar Amador Baquelizo, agricultor visionario que apoyo constantemente a este investigador. Actualmente está hacienda, con sus huertos, pertenece al Ing. Ricardo Delfini, con producciones de cacao seco que después de 30 años todavía superan los 40qq. Por hectárea. **EL CONEJO (1997).**

2.1.2. Características de la planta del CCN-51

En primer lugar se destaca su altísima productividad que llega en muchas haciendas a superar los 50 quintales por hectárea lo que lo convierte en un cultivo rentable para el agricultor costeño carente hoy en día de alternativas seguras.

Es un clon auto compatible, es decir no necesita de polinización cruzada para su adecuado fructificación tal como la mayoría de los clones. El CCN-51 se caracteriza por ser un cultivar precoz pues inicia su producción a los 24 meses de edad.

Es tolerante a la “Escoba de Bruja” enfermedad que ataca a la mayoría de variedades de cacao destruyendo gran parte de su producción. Es una planta de crecimiento erecto pero de baja altura lo que facilita y abarata las labores agronómicas tales como poda y cosecha entre otras.

Excelente Índice de Mazorca (IM) 8 mazorcas/libra de cacao seco, en comparación con el índice promedio de 12 mazorcas/libra. Excelente Incide de Semilla: 1.45 gr/semilla seca y fermentada comparado con el índice promedio de 1.2 g/semilla seca.

Alto Índice de Semillas por mazorca: que es de 45, mucho más alto que el promedio normal de 36 semillas por mazorca. Adaptabilidad: Es un clon cosmopolita que se adapta a casi todas las zonas tropicales desde el nivel del mar hasta los 1.000 sobre el nivel del mar.

Alto porcentaje de manteca (54%) lo que lo hace muy cotizado por las industrias.

Calidad del Cacao: Con buen manejo post cosecha el CCN-51 es de primera calidad para exportación. **EMBAECUADOR (2007).**

Se ha demostrado que es un material auto compatible que posee una habilidad combinatoria general, lo que significa que posee la facilidad de combinarse con otros materiales genéticos que inclusive pueden ser auto incompatible. Esta característica unida a una eficiente polinización entomófita (se ha demostrado que más del 95% de la polinización y formación de mazorcas en cacao es producto de la polinización realizada por insectos especialmente del género *Forcipomyia spp*.) eleva los niveles de producción de fruto, otorgándole ventajas frente a otros materiales genéticos.

Se destaca también su altos niveles de resistencia a la Escoba de Bruja *Crinipellis perniciosa y* Mal del Machete *Ceratocystis fimbriata* principales enfermedades de importancia económica del cacao. Adicionalmente en condiciones de baja humedad relativa es tolerante a Moniliasis *monilia roreri.* Estos atributos genéticos junto a la implementación de buenas prácticas de manejo de la plantación, han permitido que este clon exprese en mejor forma su potencial productivo (3 -4 Tm/Ha). **SEMINARIO (2007).**

2.2. Morfología y taxonomía

ORDEN	Malvales
FAMILIA	Esterculiáceas
TRIBU	Bitnerieas
GENERO	Theobroma
SECCION	Theobroma
ESPECIE	Cacao **INFOAGRO (2009).**

2.3. Condiciones edafoclimaticas para el cultivo de cacao

El crecimiento, desarrollo y la buena producción del cultivo de cacao están estrechamente relacionados con las condiciones medioambientales de la zona donde se cultiva.

Es por ello que los factores climáticos influyen en la producción de una plantación; por lo tanto, las condiciones térmicas y de humedad deben ser satisfactorias para el cultivo por ser una planta perenne y que su periodo vegetativo como: la época de floración, brotamiento y cosecha está regulado por el clima, cuya relación del transcurso climático y el periodo vegetativo nos permite establecer los calendarios agroclimáticos.

La práctica del cultivo bajo sombra influye significativamente en el microclima de la plantación, principalmente en la radiación solar, viento y la humedad relativa, sin dejar de lado los factores del suelo, como la nutrición mineral, incidencia de plagas y enfermedades que influyen en el crecimiento y desarrollo que se debe considerar en forma integral.

Las interacciones que existen entre la planta y el medio ambiente son difíciles de entender para mejorar el medio en que crece el cacao. Como un cultivo de trópico húmedo, el cacao es comercialmente cultivado entre las latitudes 15° N. y 15º S. del Ecuador.

Excepcionalmente se encuentran en las latitudes sub tropicales a 23° y 25°S. Cuando se define un clima apropiado para el cultivo de cacao generalmente se hace referencia a la temperatura y la precipitación (lluvia), considerados como los factores críticos del crecimiento. Así mismo, el viento, la radiación solar y la humedad relativa afectan muchos procesos fisiológicos de la planta. **PAREDES (2004).**

Entre los factores que tienen mayor importancia en el cultivo destacan los siguientes:

2.3.1. Precipitación

El cacao es una planta que necesita un adecuado suministro de agua para efectuar sus procesos metabólicos. En términos generales, la lluvia es el factor climático que más variaciones presenta durante el año. Su distribución varía notablemente de una a otra región y es el factor que determina las diferencias en el manejo del cultivo.

La precipitación óptima para el cacao es de 1,600 a 2,500 mm. distribuidos durante todo el año.

Precipitaciones que excedan los 2,600 mm. pueden afectar la producción del cultivo de cacao. **PAREDES (2004).**

2.3.2. Temperatura

La temperatura es un factor de mucha importancia debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación del cultivo de cacao. La temperatura media anual debe ser alrededor de los 25°C. El efecto de temperaturas bajas se manifiesta en la velocidad de crecimiento vegetativo, desarrollo de fruto y en grado en la intensidad de floración (menor intensidad). Así mismo, controla la actividad de las raíces y de los brotes de la planta

La temperatura para el cultivo de cacao debe estar entre los valores siguientes:

- Mínima de 23°C
- Máxima de 32°C
- Optima de 25°C

Las temperaturas extremas definen los límites de altitud y latitud para el cultivo de cacao.

La absorción del agua y de los nutrientes por las raíces de la planta del cacao está regulada por la temperatura. Un aspecto a considerar es que a temperaturas menores de 15°C la actividad de las raíces disminuye.

Por su parte altas temperaturas pueden afectar las raíces superficiales de la planta del cacao limitando su capacidad de absorción, por lo que se recomienda proteger el suelo con la hojarasca existente.

Del mismo modo, la rápida descomposición de la materia orgánica en el suelo a través de la oxidación y en presencia de la humedad está determinada por la temperatura. **PAREDES (2004).**

2.3.3. Viento

Es el factor que determina la velocidad de evapotranspiración del agua en la superficie del suelo y de la planta.

En las plantaciones expuestas continuamente a vientos fuertes se produce la defoliación o caída prematura de hojas.

En plantaciones donde la velocidad del viento es del orden de 4 m/seg., y con muy poca sombra, es frecuente observar defoliaciones fuertes. Comparativamente, en regiones con velocidades de viento del 1 a 2 m/seg. no se observa dicho problema. **PAREDES (2004).**

2.3.4. Altitud

El cacao crece mejor en las zonas tropicales cultivándose desde el nivel del mar hasta los 800 metros de altitud. Sin embargo, en latitudes cercanas al ecuador las plantaciones desarrollan normalmente en mayores altitudes que van del orden de los 1,000 a 1,400 msnm.

La altitud no es un factor determinante como lo son los factores climáticos y edafológicos en una plantación de cacao. Observándose valores normales de fertilidad, temperatura, humedad, precipitación, viento y energía solar, la altitud constituye un factor secundario. **PAREDES (2004).**

2.3.5. Luminosidad

La luz es otro de los factores ambientales de importancia para el desarrollo del cacao especialmente para la fotosíntesis, la cual ocurre a baja intensidad aún cuando la planta este a plena exposición solar.

En la etapa de establecimiento del cultivo de cacao es recomendable la siembra de otras plantas para hacer sombra, debido a que las plantaciones jóvenes de cacao son afectadas por la acción directa de los rayos solares.

Para plantaciones ya establecidas, se considera que una intensidad lumínica menor del 50% del total de luz limita los rendimientos, mientras que una intensidad superior al 50% del total de luz los aumenta. **PAREDES (2004).**

2.4. Control de plaga y enfermedades

El control de plagas y enfermedades del cultivo se logra con prácticas agronómicas adecuadas y oportunas que se requieren desde su instalación. Estas prácticas agronómicas están referidas al adecuado y oportuno control de malezas, abonamiento, regulación de sombra, drenajes de zonas con exceso de humedad y podas de formación y sanitaria oportuna cuyas principales características son las siguientes:

- Eliminación de frutos que presentan síntomas de la enfermedad (*moniliasis, escoba de brujas y phythopthora*).

- Poda y quema de ramas y que están infectados con Phythopthora. Plantas con ligero daño se puede recuperar realizando un raspado de la zona

afectada hasta eliminar la lesión y desinfectar con una mezcla de agua y lejía (proporción para un galón de agua agregar un cojín de 200 mm. de lejía). Las herramientas empleadas posteriormente se deben desinfectar.

- Poda sanitaria, para mantener las plantaciones libre de enfermedades.

- En plantaciones rehabilitadas, se debe realizar inspecciones cada 15 días para eliminar frutos con síntomas de enfermedades, en épocas de invierno la inspección debe ser semanal. **PAREDES (2004).**

2.5. Propagación del cultivo de cacao

2.5.1. Sexual

La propagación por semilla es un método recomendable por la forma deseable de crecimiento de la planta. Las semillas tiene viabilidad máxima de hasta10 días que puede prolongarse hasta 30 días almacenando en carbón pulverizado con 30% de humedad, la siembra debe de ser inmediata. **LEÓN (1991).**

2.5.2. Asexual

Es utilizado con fines específicos, de propagación clonal, para obtener pureza varietal o conferir resistencia a enfermedades, existen tres métodos de reproducción asexual o clonal: por injerto, por ramilla e in vitro. **RIVAS (2006).**

Ventajas.

- Fácil conservación de un clon.
- Gran facilidad en la propagación.
- Uso de poco material vegetativo de la planta madre.
- Rapidez en la obtención de nuevos individuos.
- Posibilidad de lograr plantas totalmente homogéneas.

- Uso de patrones resistentes a condiciones desfavorables.
- Uso de patrones que transmitan características deseables, tales como enanización.
- Obtención de mayor precocidad y determinación de período juvenil corto.
- Posibilidad de cambio de variedad en árboles ya establecidos.
- Vigorización y rejuvenecimiento en árboles enfermos o caducos.
- Facilidad de estudio y evaluación de nuevas variedades.
- Posibilidad de lograr estructuras fuertes en los árboles. **CALDERÓN (1998).**

Desventajas

- Longevidad corta del árbol.
- La contaminación especialmente por virus
- Encarece el precio de las plantas. **SUÁREZ. (1993).**

2.5.3. Acodo

El cacao se puede multiplicar por acodos aéreos que comúnmente enraízan con facilidad. Para este trabajo se debe elegir ramas o chupones con diámetros de 1.5 a 3.0 cm y con una longitud de 30 a 80 cm. Los brotes pueden estar en floración, condiciones que no afectan a este trabajo.

En este proceso se quita un anillo de corteza de 2 a 4 cm de largo, y se aplica con un pincel en el corte superior una fitohormona para enraizamiento; luego se cubre la parte descubierta con musgo húmedo sostenido con un pedazo de lámina plástica transparente, y se amarra en los extremos. Después de 6 a 8 semanas se observan las raíces y se procede a cortar el acodo por debajo del anillo. Este corte se desinfecta con un fungicida líquido, se le podan todas las hojas, se le quita el plástico y se siembra en macetas, posteriormente se colocan en un lugar bien sombreado para aclimatarlas. Debe proveérseles de riegos, fertilizantes y también plaguicidas si fuere necesario. **CALDERÓN (1989).**

Para emplear el sistema de acodos, se seleccionan ramas de abanico, saludables y de mayor edad dentro del árbol o clon seleccionado, donde se hace una pequeña lastimadura o corte alrededor de la rama para remover un anillo de corteza de 0,5 ó 1 cm con el fin de raspar el cambium y exponer el tejido, el cual se cubre con un medio enraizante limpio y húmedo donde se aplican las hormonas para estimular la formación de raíces y luego es recubierto firmemente con plástico amarrado en cada extremo para formar un bulto. Al hacer el corte se presenta una interrupción de la savia elaborada por las hojas, de manera que los nutrientes se acumulan cerca de esta zona y estimula la formación de callo, y por consiguiente, de raíces. **PALENCIA, *et al*. (2000).**

El acodo debe permanecer hasta que se observen las raíces por el plástico, lo cual requiere de entre 30 y 40 días, momento en que se debe separar la rama con sumo cuidado para ser trasplantada en una bolsa de polietileno con suelo

A pesar de que el acodo es un método sencillo, es poco usual para cacao, además no se recomienda practicarlo en forma extensiva ni en fincas productoras grandes, sino solamente en casos especiales debido a que es un método costoso de propagación. **PALENCIA, *et al*. (2000).**

El acodado es un método de multiplicación vegetativa, que estimula la formación de raíces adventicias en tallos o ramas inferiores que aún se encuentran adheridos a la planta madre. Cuando el tallo acodado ha enraizado, se separa de la planta madre para convertirse en una planta independiente. Dicho método es comúnmente empleado en plantas que desarrollan con dificultad raíces o que no las producen (Weaver, 1976; Hartmann y Kester, 1984; Hocker, 1984; Baldini, 1992). Citada por **FLORES, (2009).**

El acodado es más exitoso que la multiplicación por estacas, debido a la rápida obtención de plantas de mayor tamaño en menor tiempo; debido a que la rama acodada no se separa de la planta, recibe nutrientes a través del xilema. Es un método fácil de realizar que puede efectuarse a la intemperie, económico a diferencia de las técnicas de micropropagación (Hartmann y Kester, 1984;

Blanco, 1999). Además, es un método útil para conservación y multiplicar determinadas características de la planta madre (Hocker, 1984). Citada por **FLORES, (2009).**

Primero se realiza el anillado (extracción de un anillo de corteza) en la rama, dependiendo de la especie esta acción se puede omitir y simplemente se realiza una incisión por debajo de la rama. Después se cubre la herida con algún medio de enraíce, que se envuelve con un material aislante para evitar la evaporación del agua, comúnmente se usan bandas o películas de polietileno, ya que reúne propiedades de alta permeabilidad a los gases (bióxido de carbono y oxígeno), baja transmisión del vapor de agua y durabilidad.

Durante el procedimiento de acodado, se pueden aplicar hormonas reguladoras del crecimiento (auxinas) sobre la herida de la rama, ya que a través de dichas sustancias se promueve o incrementa la formación de raíces adventicias en la rama acodada. Citada por **FLORES, (2009).**

2.5.4. Formación de callo

El callo es un tejido parenquimático cicatricial, que funciona como protección de una herida ante patógenos presentes en el ambiente, el cual, presenta células no diferenciadas que pueden formar brotes y raíces iniciales. La formación del callo y la rizogénesis son procesos independientes (Hocker, 1984; Margara, 1988; Bildini 1992; Blanco, 1999). Citada por **FLORES, (2009).**

La mitosis ocurre cuando se forma el callo en una parte herida de la planta y cuando se inician nuevos crecimientos en porciones del tallo o la raíz. El parénquima del callo está constituido de células nuevas que se dividen activamente en las superficies cortadas, como respuesta a una herida (Margara, 1988). Citada por **FLORES, (2009).**

2.5.5. Proceso de rizogénesis

La rizogénesis es el desarrollo de las raíces adventicias. Desde el punto de vista anatómico, consiste en la organización de iniciadores radiculares que se transforman en primordios radiculares, éstos en condiciones adecuadas crecen, atraviesan la corteza y salen al exterior mientras que en el interior se conexionan con el sistema conductor de la estaca **BILONI, (1990).**

La formación de raíces adventicias es inducida por la ausencia de luz y los cortes, tanto de la corteza como de los haces vasculares, especialmente floema, ya que se interrumpe la traslocación de nutrimentos y otros compuestos orgánicos (carbohidratos y hormonas reguladoras del crecimiento) que se acumulan cerca del punto de tratamiento y estimulan el enraizamiento por arriba del corte **ALCÁNTARA, (2001).**

La diferenciación y emisión de primordios radiculares, suele venir acompañado del proceso de callogénesis en la base de la estaca que impide el acceso de patógenos al interior de la estaca pero no influye de ningún otro modo en el proceso de la rizogénesis **DÍAZ, (1991).**

2.5.6. Edad, diámetro y longitud de ramas

La capacidad rizógena es afectada por la edad de los acodos, ya que en tallos de un año de edad en plantas jóvenes, la formación de raíces es mayor que en aquellos provenientes de plantas más maduras (Baldini, 1992). Esto puede deberse, a que los tejidos fisiológicamente maduros tienen menor capacidad rizógena, necesitan más tiempo para enraizar y producen menor cantidad de raíces que el material fisiológicamente joven (Zobel y Talbert, 1988). Citado por **FLORES, (2009).**

En varias investigaciones, los acodos de ramas adultas (madera vieja) presentan menor capacidad de formación de raíces adventicias y dificultad en el momento de realizar el transplante, ya que las plantas son de mayor tamaño (Blanco, 1999; **ALCÁNTARA, (2001).**

IRETA (1970) menciona que experimentando con el grosor de los acodos en Litchi chinensis, conforme aumenta el grosor de la rama se incrementa el número de raíces adventicias. Situación similar ocurre en acodos de Atriplex nummularia, con diámetros mayores o iguales a 1 cm **BLANCO, (1999)**. Sin embargo, entre mayor sea el diámetro mayor es el tamaño de la rama y más difícil será el manejo de los acodos.

La longitud de la rama es otra característica considera en el acodado, pues a mayor longitud es mayor el éxito en el enraizamiento del acodo (Blanco, 1999), pero a medida que aumenta su tamaño se dificulta el transplante del acodo **HARTMANN Y KESTER, (1984).**

2.5.7. Presencia de hojas

Las hojas realizan las funciones de fotosíntesis y respiración, además, son la fuente principal de abastecimiento de nutrimentos y hormonas del crecimiento, importantes para el enraizamiento. Por tanto, la base para el éxito del acodado aéreo es la presencia de hojas por encima del anillado o herida que conllevan al desarrollo vigoroso de raíces adventicias, pues la eliminación de yemas y hojas impide la formación de las raíces (Garner, 1969; Baldini, 1992). Citado por **FLORES, (2009).**

En la multiplicación por acodo aéreo se presenta una mejor respuesta al enraizamiento, debido a que los fotosintatos se traslocan a la rama acodada a través del floema, el cual queda intacto (arriba del anillado) e incrementa la formación de raíces (Weaver, 1976). Citado por **FLORES, (2009).**

2.5.8. Sustrato

El enraizamiento de los acodos también está determinado por las características del sustrato, prefiriendo aquel que mantenga una humedad continua, buena aireación y temperaturas moderadas (**WEAVER, 1976; HARTMANN y KESTER, 1984)**.

2.6. Hormonas vegetales

Las plantas segregan sustancias en muy baja concentración, con una función fisiológica concreta, y que se transportan muy fácilmente a través de los vasos conductores. Dichas sustancias reciben el nombre de hormonas, y se agrupan en función del tipo de receptor celular que presentan o de su función. Algunas especies no requieren tratamientos especiales, pero otras necesitan ser estimuladas con sustancias auxínicas, tales como los ácidos indolacético e indolbutírico. **MACEDA (2005).**

Son compuestos orgánicos distintos de los nutrientes que en pequeñas cantidades estimulan, inhiben o modifican de alguna manera cualquier proceso fisiológico en las plantas; de ordinario en la planta se 24 mueven de un sitio de producción a un sitio de acción. **HARTMANN Y KESTER (1995).**

2.6.1. Sustancias reguladoras de crecimiento en las plantas

Son compuestos sintéticos u hormonas vegetales que modifican procesos fisiológicos de las plantas; regulan el crecimiento imitando a las hormonas, influyendo en la síntesis, destrucción, translocación o (posiblemente) modificando los sitios de acción de las hormonas, el término regulador debe usarse en vez de hormona, al referirse a productos químicos sintéticos que se utiliza en el campo agrícola.

La estimulación de la iniciación de las raíces constituyó, la primera aplicación práctica de los reguladores de crecimiento, siendo el propósito de este tratamiento, incrementar el “prendimiento” de las estacas. Por otra parte, los efectos favorables de su uso son la estimulación de la iniciación de las raíces,

incrementar el porcentaje de estacas que forman raíces y acelerar el tiempo de enraizamiento; efecto que conducen a un ahorro de mano de obra y a la liberación más rápida del espacio en los viveros. Sin embargo, el tamaño final y el vigor de las plantas tratadas no son mayores que el obtenido de plantas no tratadas. **HARTMANN Y KESTER (1995).**

No hay una relación directa entre la forma taxonómica (clasificación) y la respuesta al enraizamiento, pues incluso dentro de una misma especie, su efecto puede variar mucho de una variedad a otra; en general, los compuestos químicos del tipo auxínico han surtido mejores efectos al aplicarse a estacas de plantas herbáceas que a las de madera dura; sin embargo, el mejor uso de las 25 hormonas de enraizamiento son en estacas de plantas que enraízan con o moderada dificultad, puesto que, en plantas que enraícen con facilidad no se justifican los gastos y esfuerzos adicionales del tratamiento. Asimismo, cabe destacar que existe un límite muy estrecho entre la cantidad óptima para estimular el enraizado y la cantidad que es perjudicial para las estacas.

En consecuencia, estas sustancias deben ser manipuladas con precaución por que las sensibilidades específicas y varietales son muy grandes, por lo tanto, es necesario respetar escrupulosamente las instrucciones de empleo y no vacilar en hacer ensayos previos para determinar la materia activa y la dosificación más oportuna. El evidente uso de reguladores de crecimiento es económicamente factible en especies de moderado o difícil enraizamiento, en tanto, la dosis adecuada se debe determinar en base a ensayos, pero como regla general, podemos aplicar concentraciones menores a especies herbáceas y mayores a especies arbóreas. **CUCULIZA, (1956).**

2.6.2. Tipos de reguladores de crecimiento

Los cinco grupos principales de hormonas y reguladores de crecimiento son, las auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido absicico y etileno; no obstante, los dos

primeros son los más usados en la práctica de propagación por estacas **ROJAS *et al*. (2004).**

2.6.3. Auxinas

La auxina fue la primera hormona que se descubrió en las plantas, intervienen en actividades de la planta como el crecimiento del tallo, la formación de raíces, la inhibición de las yemas laterales, la abscisión de las hojas y frutos y en la activación de las células del cambium. **HARTMANN Y KESTER (1995).**

Cabe mencionar, que el propósito de tratar con auxinas a las estacas es aumentar el porcentaje de estacas que forman raíces, acelerar la iniciación de ellas, aumentar el número y calidad de las raíces y mejorar la uniformidad del enraizamiento Dentro de los reguladores de crecimiento del tipo auxina que influyen en el enraizamiento tenemos: el ácido indolacético (AIA), el ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA), sin embargo, las dos últimas a menudo son más eficaces cuando se utilizan en combinación, que cualquiera de ambos utilizados por separado. **HARTMANN Y KESTER, (1995).**

Las auxinas (del griego auxein, crecer) fueron dadas a las sustancias reguladoras de crecimiento producido en el ápice del coleóptilo. Desde que se descubrió el AIA (ácido indolacético), se ha encontrado esta auxina en muchísimas especies vegetales, y se piensa que es la principal de las plantas superiores, aunque existen otras sustancias que también presentan actividad auxínica, De forma natural, las concentraciones más altas de auxinas se encuentra en los ápices del crecimiento, sin embargo, también se encuentran ampliamente distribuidas por toda la planta. **DELVIN (1980).**

Las auxinas promueven la elongación celular y estas van a tener diferentes niveles de fortaleza como se describe a continuación: ácido naftalenácetico (ANA), y ácido Indolbutírico (AIB) Estas sustancias mensajeras son activas en muy bajas concentraciones (en su mayoría), siendo los lugares de síntesis y de

acción distintos y algunos casos activos en el mismo lugar de formación. **ROJAS (1993).**

Una de las características de las auxinas es que a concentraciones bajas estimulan el metabolismo y desarrollo, y a concentraciones altas lo deprimen. **MÉNDEZ (2003).**

Las auxinas y el etileno están implicadas en la regulación de la formación de raíces adventicia. Aparentemente los efectos de las auxinas están mediados por la acción del etileno, aunque la acumulación de auxinas estimula la biosíntesis del etileno y este último bloquea el transporte polar de las auxinas. **INFOJARDIN (2007).**

Ácido indolacético (AIA). Es la auxina natural que se encuentra en todas las plantas. El AIA es obtenido por síntesis, es poco tóxico para la plantas y es degradado rápidamente por las bacterias y el suelo. Además, es muy inestable en las plantas y se descompone rápidamente en soluciones no esterilizadas aun cuando permanece activo en soluciones estériles durante varios meses. Cabe destacar que, los rayos fuertes del sol pueden destruir en 15 minutos una solución de 10 ppm de AIA.

Ácido indolbutírico (AIB). Producto de síntesis, tiene una débil actividad auxinica en general pero una excelente acción rizógena (Boutherin y Bron, 1994). Sin embargo, el AIB es probablemente el mejor material para uso masivo debido a que no es toxico para las plantas en una amplia gama de concentraciones y es efectivo para estimular el enraizamiento de un gran número de especies de plantas (Hartmann y Kester, 1997). Los sistemas de enzimas destructores de auxinas la destruyen en forma relativamente lenta, además se desplaza muy poco, se retiene cerca del sitio de aplicación (Weaver, 1990), y es fotoestable La mayoría de las especies forestales enraízan bien con dosis de 0,2% a 0.3% de AIB, aunque algunas pueden requerir dosis mayores o menores. **SOUDRE *et al.* (2008).**

El AIB es metabolizado lentamente, y una hormona persistente es más eficaz como estimulante de la formación de raíces, debido a que es retenida cerca del sitio de aplicación por su baja solubilidad y desplazamiento lento. Esta auxina es uno de los mejores estimuladores del enraizamiento debido a que produce raíces adventicias fuertes y fibrosas, con crecimiento rápido (Beaulieu *et al.*, 1973; Weaver, 1976; Baldini, 1992; Blanco, 1999; Jankiewicz, 2003).

Ácido naftalenacético (ANA). Es obtenido por síntesis, tiene una gran actividad auxínica general y rizógena. Es bastante estable y es ligeramente más toxico para la planta que el AIB. Su empleo es más delicado, porque el margen entre el umbral de su actividad y el umbral de su toxicidad es más pequeño. **SOUDRE *et al.* (2008).**

2.6.4. Citoquininas

Son hormonas vegetales de crecimiento que intervienen en el crecimiento y diferenciación de las células. Diversos materiales naturales y sintéticos como zeatina, kinetina, 6-benciladenina; tienen actividad de citoquinina (Hartmann y Kester, 1995). Se producen en las zonas de crecimiento, como los meristemos en la punta de las raíces y son transportadas vía acropetala (de abajo hacia arriba). **ROJAS *et al*. (2004).**

Generalmente, la proporción alta auxina y baja citoquinina, favorece la formación de raíces adventicias, en cambio, cuando es baja en auxina y alta en citoquinina se favorece la formación de brotes. Es por ello que las especies que en su naturaleza poseen altos niveles de citoquinina son más difíciles de enraizar que las que tienen niveles bajos y cuando se aplica citoquininas sintéticas normalmente inhibes la iniciación de raíces; sin embargo, cuando son aplicados en bajas concentraciones promueven la iniciación de raíces **HARTMANN Y KESTER (1995).**

A manera de resumen final, podemos afirmar que la auxina más utilizada por su acción rizógena es el AIB, sin embargo, se logran mejores resultados cuando

éste se combina con ANA. Por otra parte, la citoquinina en bajas cantidades favorece el enraizamiento **FLORES (2009)**

2.6.5. Multiplicación por hormonas ANA y AIB

En su investigación indica que los efectos de la propagación vegetativa por estaca de cacao CCN 51 (*Theobroma cacao L*.) de los estimulantes de enraizamiento, el Ácido Indol-butírico (AIB) y el Ácido Naftalenacetico (ANA) y que empleó el diseño experimental completamente al azar (DCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones y 10 unidades experimentales por tratamiento en dosis de 500 ANA+ 500 AIB, 1000 ANA + 1000 AIB, 1500 ANA y 1500 AIB, y 2000 ANA y 2000 AIB y un testigo sin hormonas evaluado en 60 días el porcentaje de enraizamiento, porcentaje de supervivencia, número de raíces y longitud de raíces dando como resultado lo siguiente. **MONTECÉ, (2005),**

De acuerdo a la revisión de resultados de investigaciones realizadas recientemente sobre la utilización de hormonas ANA y AIB en concentración de 2.000 mgkg"^{1} de ANA + 2.000 mgkg"^{1} de AIB en la propagación de ñoñi (Morindacitrifolia) por medio de acodo aéreo han dado respuestas altamente significativas en cuanto a número de raíz, longitud de raíz y porcentaje de enraizamiento. **BERMEO *al et.* (2006).**

En la investigación realizada efectos de diferentes dosis de AIB sobre el enraizamiento de ficus benjamín en diferentes épocas del año, dio los siguientes resultados la dosis de 1500 ppm de AIB produjo el máximo porcentaje de enraizamiento y el mayor volumen de raíces formadas con el 73.3% y 0.72% respectivamente. **MATA (2006).**

El análisis de los resultados en la investigación de Propagación por acodo aéreo de árboles seleccionados *humiriastrumprocerum (*chanul) con la aplicación de hormonas enraizadoras ANA y AIB muestran que con la aplicación en concentraciones de 1.000 y 1.250mgkg"^{1} de ANA + 1.000 y 1.250 mgkg"^{1} de AIB, entre las cuales se encontraron los mejores resultados en las variables número

de raíces y longitud de raíz mayor, en cuanto al porcentaje de sobrevivencia y enraizamiento la mejor respuesta se la obtuvo con el nivel de 250, 1.000, 1250, 1500, 1750, 2000 mgkg"^{1} de ANA + 250, 1.000, 1250, 1500, 1750, 2000 mgkg"^{1} de AIB. Para la variable número de brotes el mejor resultado lo obtuvo con las concentraciones 1.250 y 1.750 mgkg"^{1} de ANA +1.250 y 1.750 mgkg"^{1} de AIB. **GARCÍA (2006).**

En los resultados de la investigación de enraizamiento en tres variedades de isora y sustratos (Ixoracoccínea) con la utilización de hormonas ANA y AIB, se obtuvo que la concentración de 2000 ANA y AIB presento los mejores resultados para la altura de planta 7.05 cm. y el sustrato arena con la concentración de 1000 ANA y AIB, demostró el mejor resultado en longitud de raíces, y la interacción de arena de 1500 ANA y AIB registro el mayor número de raíces la cantidad de 89,65. **CEVALLOS *al et. (*2008).**

En los tallos, por ejemplo, la auxina favorece el alargamiento de las células y la diferenciación del tejido vascular, mientras que en las raíces inhibe el crecimiento en la parte central y favorece la formación de raíces adventicias. También retrasa la abscisión o caída de flores, frutos y hojas. **INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA (2006).**

Para la indicción del enraizamiento tanto en estacas, como en acodo aéreo, se utiliza reguladores de crecimiento tipo auxinas, las cuales aplicadas en el sitio tratan de estimular el desarrollo raíces. weaver, 1998; Hertmam et al, 20002) citado por **CASTILLO, *et al*., (2005).**

Quienes indican que esta técnica es exitosa en la propagación de muchas plantas debido a que las ramas al no ser separadas de la planta madre siguen recibiendo agua y nutrientes, sin embargo al combinar esta técnica con aplicaciones de AIB se observa una mayor cantidad de raíces. **HARTMANN, *et al*., (2002)**.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y Métodos

3.1.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en el cantón Quevedo, parroquia. San Carlos, cuya ubicación geográfica es de 1° 3´ 18´´ de latitud sur y de 79° 25´ 24´´ de longitud oeste, a una altura de 73 msnm. Y con una duración de 180 días.

3.1.2. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas se detallan a continuación en el Cuadro No. 1:

Cuadro 1. Condiciones meteorológicas del sitio de investigación

Parámetro	Promedio
Temperatura ºC	24.0
Pluviosidad, mm/año	2136
Humedad relativa, %	86.6
Heliofanía, horas/mes	80
Zona ecológica	B - ht
Topografía	Regular

Fuente: Estación Meteorológica del INAMHI 2012.

3.1.3. Materiales y equipos

Los materiales que se utilizaron durante el trabajo investigativo se detallan a continuación:

Vegetativos	**Cantidad**
Plantas establecidas de cacao	320
Bioestimulantes	
Ácido naftalenacético (ANA) g.	100
Ácido indol – Butírico (AIB) g.	100
Agua	
Químicos	
Terraclor g.	500
Otros	
Papel aluminio (rollos)	3
Plásticos (fundas)	320
Ligas	640
Balde	1
Letreros de identificación	4
Marcador	4
Libreta de campo	1
Papel A4 (resmas)	2
Lápiz	4
Computadora (Alquiler)	80

Internet (horas) 30

3.1.4. Características de la Unidad Experimental

Cuadro 2. Unidad experimental

Tratamiento	U.E.	REP.	N°/Esque/Trat
Testigo	20	4	80
1500 mg/l ANA + 1500 AIB mg/l	20	4	80
2000 mg/l ANA + 2000 AIB mg/l	20	4	80
2500 mg/l ANA + 2500 AIB mg/l	20	4	80
Total			**320**

3.1.5. Tratamientos

Se realizaron los siguientes tratamientos:

- Sin polvo enraizador (Testigo)
- Polvo enraizador con 1500 mg/l ANA + 1500 AIB mg/l
- Polvo enraizador con 2000 mg/l ANA + 2000 AIB mg/l
- Polvo enraizador con 2500 mg/l ANA + 2500 AIB mg/l

3.1.6. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. Para determinar la diferencia entre medias se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey al 95 % de probabilidad.

Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamientos	t – 1=	3
Error	t(r-1)	12

TOTAL	**rt-1 =**	**15**

3.1.7. Variables a evaluarse

3.1.7.1. Porcentaje de plantas enraizadas

El porcentaje de plantas enraizadas se lo determinó mediante una regla de tres simple cada 30 días.

3.1.7.2. Longitud del callo

El porcentaje de formación de cayo se lo determinó mediante una regla de tres simples cada 30 días.

3.1.7.3. Longitud promedio de la raíz

Para medir la longitud de las raíces se utilizó una regla graduada en centímetros con aproximaciones al milímetro, cada 30 días.

3.1.7.4. Número de raíz

Para medir número de raíces se contó en las mismas plantas de las variables anteriores, cada 30 días.

3.1.8. Análisis económico

Para el análisis económico de los tratamientos, se realizó:

3.1.8.1. Ingreso bruto por tratamiento

Son los valores totales en la fase de investigación para lo cual se aplicó la siguiente fórmula:

$$IB = Y \times PY$$

Dónde:

IB = ingreso bruto

Y = producto

PY= precio del producto.

3.1.8.2. Costos totales por tratamiento

Se lo determinó mediante la suma de los costos fijos (semilla, instalaciones, entre otros.) y de los costos variables (abonos aplicados, mano de obra, entre otros), se empleó la siguiente fórmula:

$$CT= X +PX$$

Donde

CT= costos totales

X = costos variables

PX = costo fijo

3.1.8.3. Utilidad neta

Es el restante de los ingresos brutos menos los costos totales de producción y se lo calculó empleando la siguiente fórmula:

$$BN = IB –CT$$

Donde:

BN = beneficio neto

IB = ingreso bruto

CT = costos totales

3.1.8.4. Relación beneficio / costo

Se la obtuvo dividiendo el beneficio neto de cada tratamiento con los costos totales del mismo.

R (B/C) = BN/CT

Dónde

R (B/C) = relación beneficio neto

BN = beneficio neto

CT = costo total

$$B/C = \frac{\text{Utilidad Total}}{Costo\ \ total} x100$$

3.1.9. Manejo del experimento

Durante la presente investigación se realizó las siguientes labores:

3.1.9.1. Recolección de plantas

Se seleccionó plantas de cacao CCN-51 con alta producción, con edad de cuatro años, resistente a plagas y enfermedades.

3.1.9.2. Desinfección del sustrato

Se procedió a realizar la mezcla del sustrato, la desinfección con el fungicida Terraclor granulado en dosis de 50 g por kilo de sustrato, para realizar la formación de los caramelos.

3.1.9.3. Selección de la planta donadora y corte de material vegetativo

Para tomar las muestras de esquejes se seleccionó plantas que presenten características idóneas como: vigor, diámetro, altura y se escogió ramillas tanto de la base como de la parte aérea.

3.1.9.4. Elaboración de los acodos aéreos

Se lo realizó en la parte aéreo de la planta de cacao CCN-51, con sustrato de tierra de montaña, previamente desinfectado con fungicida Terraclor, los esquejes o ramas se trataron con diferentes concentraciones de polvo enraizador ANA y AIB, en el sitio de cada uno de los esquejes, por lo cual a cada acodo aéreo se le colocó firme en el sustrato, envuelto con papel aluminio y plástico presionando en sus extremos para evitar que queden espacios con aire.

3.1.9.5. Riego

Se les aplicó riego utilizando una jeringuilla de 10 cm inyectando directamente al sustrato para mantener la humedad en el sustrato.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y discusión

4.1.1. Longitud del callo (cm)

En el análisis de varianza para la variable longitud de callo en cacao CCN-51 con la aplicación de tres dosis de ANA y AIB en la multiplicación vegetativa atreves de acodo aéreo se observó alta significación estadística, a los 30 días mientras en el periodo de 60 días no reportó significación estadística. El coeficiente de variación fue 14.21 y 5.61 (anexo 2 y 3).

En la comparación de medias de la variable longitud del callo a los 30 días, según por Tukey (0,05) entre los tratamientos (Cuadro 4); se puede observar un mayor valor de 1.50 cc para el tratamiento (1500 mg/l ANA + 1500 AIB mg/l), que presenta igualdad estadística con el testigo y superior al resto de los tratamientos evaluados, mientras el tratamiento testigo registró el promedio de 1.28 cc con igualdad estadista a los tratamientos (2000 mg/l ANA + 2000 AIB mg/l y 2500 mg/l ANA + 2500 AIB mg/l), y presentaron los menores valores de 0.99 y 1.03 cc de longitud de callo en cacao CCN-514. **MARGARA, (1988).** Citada por **FLORES, (2009).** La mitosis que ocurre cuando se forma el callo en una parte herida de la planta y cuando se inician nuevos crecimientos en porciones del tallo o la raíz.

El parénquima del callo está constituido de células nuevas que se dividen activamente en las superficies cortadas, como respuesta a una herida, **DÍAZ, (1991).** La diferenciación y emisión de primordios radiculares, suele venir acompañado del proceso de callogénesis en la base de la estaca que impide el acceso de patógenos al interior de la estaca pero no influye de ningún otro modo en el proceso de la rizogénesis.

Cuadro 4. Longitud de callo (cm), en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.

Tratamientos	Periodos en días	
	30	60
Testigo	1.28 ab	2.43 a
1500 mg/l ANA + 1500 AIB mg/l	1.50 a	2.41 a
2000 mg/l ANA + 2000 AIB mg/l	0.99 b	2.60 a
2500 mg/l ANA + 2500 AIB mg/l	1.03 b	2.70 a
CV%	**14.21**	**5.61**

***Letras iguales no presenta diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.**

4.1.2. Número de raíz

En el análisis de varianza para la variable número de raíz en cacao CCN-51 con la aplicación de tres dosis de ANA y AIB en la multiplicación vegetativa atreves de acodo aéreo presentó alta significación estadística. El coeficiente de variación fue 21.67 (anexo 4).

En la comparación de medias de la variable número de raíz, de acuerdo a la prueba de Tukey (0,05) los tratamientos (Cuadro 5); se puede observar un mayor valor de 3.03 para el tratamiento (2000 mg/l ANA + 2000 AIB mg/l), que presenta igualdad estadística con los tratamientos (1500 mg/l ANA + 1500 AIB mg/l, 2500 mg/l ANA + 2500 AIB mg/l), con medias de 2.43 y 2.35 número de raíz y superior al testigo, mientras el tratamiento testigo registró el menor promedio 0.48.

De acuerdo a los resultado al aplicar ANA y AIB en multiplicación vegetativa de cacao por acodo aéreo son hormonas enrraizadoras que estimula el erraizamiento y el número de raíces, por lo que concuerda con **HARTMANN Y KESTER (1995),** las auxina más utilizada por su acción rizógena es el AIB, sin embargo, se logran mejores resultados cuando éste se combina con ANA. Por

otra parte, la citoquinina en bajas cantidades favorece el enraizamiento. **BERMEO *al et.* (2006)**, en investigación realizadas sobre la utilización de hormonas ANA y AIB en concentración de 2.000 mgkg"[1] de ANA + 2.000 mg/kg"[1] de AIB en la propagación de ñoñi (Morindacitrifolia) por medio de acodo aéreo han dado respuestas altamente significativas en cuanto a número de raíz, longitud de raíz y porcentaje de enraizamiento.

Las auxinas promueven la elongación celular y estas van a tener diferentes niveles de fortaleza como se describe a continuación: ácido naftalenácetico (ANA) y ácido Indolbutírico (AIB). Estas sustancias mensajeras son activas en muy bajas concentraciones (en su mayoría), siendo los lugares de síntesis y de acción distinta y algunos casos activos en el mismo lugar de formación. **ROJAS (1993).**

Cuadro 5. Número de raíz en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.

Tratamientos	**Número de raíz**
Testigo	0.48 b
1500 mg/l ANA + 1500 AIB mg/l	2.43 a
2000 mg/l ANA + 2000 AIB mg/l	3.03 a
2500 mg/l ANA + 2500 AIB mg/l	2.35 a
CV%	**21.67**

***Letras iguales no presenta diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.**

4.1.3. Longitud de raíz

El análisis de varianza para la variable longitud de raíz en cacao CCN-51 con la aplicación de tres dosis de ANA y AIB en la multiplicación vegetativa atreves de acodo aéreo reportó no significación estadística. El coeficiente de variación fue 23,07 (anexo 5).

En la comparación de medias de la variable longitud de raíz, de acuerdo a la prueba de Tukey (0,05) entre tratamientos (Cuadro 5); el mayor valor de 5.46 cc para el tratamiento (2500 mg/l ANA + 2500 AIB mg/l), que presenta igualdad estadística con los tratamientos (1500 mg/l ANA + 1500 AIB mg/l, 2000 mg/l ANA + 2000 AIB mg/l y testigo), mientras los tratamientos con la aplicación de la diferentes hormonas enraizadoras presentaron mayor promedio número (2000 mg/l ANA + 2000 AIB mg/l y 2500 mg/l ANA + 2500 AIB mg/l),con 4.45, 5.22 y5.46 cc y los menor valor el testigo con 2.83 cc., de longitud de raíz en multiplicación de cacao CCN-51por acodo aéreo.

De acuerdo este resulta al aumentar la dosis de hormonas enraizadoras incrementa la longitud de la raíces en acodo aéreos, porque las axinas incrementa el desarrollo radicular lo que concuerdo con **FLORES, (2009).** Durante el procedimiento de acodado, se pueden aplicar hormonas reguladoras del crecimiento (auxinas) sobre la herida de la rama, ya que a través de dichas sustancias se promueve o incrementa la formación de raíces adventicias en la rama acodada.

En la multiplicación por acodo aéreo se presenta una mejor respuesta al enraizamiento, debido a que los fotosintatos se traslocan a la rama acodada a través del floema, el cual queda intacto (arriba del anillado) e incrementa la formación de raíces **WEAVER, (1976**). Citado por **FLORES (2009).**

Cuadro 6. Longitud de raíz (cm), en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.

Tratamientos	**Longitud de raíz**
Testigo	2.83 a
1500 mg/l ANA + 1500 AIB mg/l	4.45 a
2000 mg/l ANA + 2000 AIB mg/l	5.22 a
2500 mg/l ANA + 2500 AIB mg/l	5.46 a
CV%	**23.07**

***Letras iguales no presenta diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.**

4.1.4. Porcentaje de enraizamiento

En el análisis de varianza para la variable porcentaje de enraizamiento en cacao CCN-51 con la aplicación de tres dosis de ANA y AIB en la multiplicación vegetativa atreves de acodo aéreo se observó alta significación estadística. El coeficiente de variación fue 6.28 (anexo 6).

Al realizar las comparación de medias de la variable porcentaje de enraizamiento, según por Tukey (0,05) entre tratamientos (Cuadro 7); se observó un mayor valor de 98.50 % para el tratamiento (2000 mg/l ANA + 2000 AIB mg/l), que presenta igualdad estadística con los tratamientos (1500 mg/l ANA + 1500 AIB mg/l y 2500 mg/l ANA + 2500 AIB mg/l) que reportaron promedios de 97.00 y 97.50% de enraizamiento y superior al tratamiento testigo presentó el menor valor de 35% de plantas enraizadas a través de acodo aéreo en propagación de cacao CCN-514.

El uso de reguladores de crecimiento es una forma de mejorar la magnitud del enraizamiento de diversas espacies forestales en caso del cacao *Theombra cacao* el AIB Y ANA. (weaver, 1998; Hertmam *et al,* 2002) citado por **CASTILLO *et al* (2005).** Para la indicción del enraizamiento tanto en estacas, como en acodo

aéreo, se utiliza reguladores de crecimiento tipo auxinas, las cuales aplicadas en el sitio tratan de estimular el desarrollo raíces. **(HARTMANN, *et al.* 2002)**, quienes indican que esta técnica es exitosa en la propagación de muchas plantas debido a que las ramas al no ser separadas de la planta madre siguen recibiendo agua y nutrientes, sin embargo al combinar esta técnica con aplicaciones de AIB se observa una mayor cantidad de raíces.

En concordancia con los resultados en relación a la hipótesis planeada "Con la aplicación de mayor dosis de hormonas enraizadoras ANA y AIB se logrará obtener un mayor porcentaje de enraizamiento en multiplicación por acodo aéreo de cacao CCN-51" se acepta.

Cuadro 7. Porcentaje de enraizamiento (%), en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.

Tratamientos	**Porcentaje de enraizamiento**
Testigo	35.00 b
1500 mg/l ANA + 1500 AIB mg/l	97.00 a
2000 mg/l ANA + 2000 AIB mg/l	98.50 a
2500 mg/l ANA + 2500 AIB mg/l	97.50 a
CV%	**6.28**

***Letras iguales no presenta diferencias estadísticas según Tukey al 95% de probabilidad.**

4.1.5. Análisis económico

En el cuadro 8, se observa que el tratamiento T3 (2000 mg/l ANA + 2000 AIB mg/l) reportó la mejor relación consto con 1.10 dólares y el menor beneficio lo registró el testigo con 0.67 centavos.

Cuadro 8. Costos por tratamiento, en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.

Descripción	Testigo	1500 mg/l ANA + 1500 AIB mg/l	2000 mg/l ANA + 2000 AIB mg/l	2500 mg/l ANA + 2500 AIB mg/l
Ácido naftalenacético (ANA) 100 c/dosis	-	7,00	7,00	7,00
Ácido indol-Bitírico (AIB) 100c/dosis	-	8,00	8,00	8,00
Terraclor 500 x 2	3,50	3,50	3,50	3,50
Navaja de injertar	1,75	1,75	1,75	1,75
Bombas de mochila	0,38	0,38	0,38	0,38
Marcadores	0,18	0,18	0,18	0,18
Papel aluminio	1,50	1,50	1,50	1,50
Plásticos (fundas)	4,00	4,00	4,00	4,00
Ligas	3,20	3,20	3,20	3,20
Balde	1,25	1,25	1,25	1,25
Mano de obra	5,00	5,00	5,00	5,00
Costo totales	**20,75**	**35,75**	**35,75**	**35,75**
Total de plantas	28,00	77,60	78,80	78,00
Precio de venta por planta	0,50	0,50	0,50	0,50
Ingreso por venta de injerto	**14,00**	**38,80**	**39,40**	**39,00**
Beneficio	(6,75)	3,05	3,65	3,25
Relación beneficio/costo	**0,67**	**1,09**	**1,10**	**1,09**

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El mejor tratamiento para el enraizamiento de acodos aéreos en cacao CCN-51 fue la aplicación de 2000 mg./L ANA ácido naftalenacético + 2000 mg/l AIB ácido indolbutírico porque presentó los máximos valores de porcentaje de acodos enraizados, número de raíces 98.50% y 3.03 cm.

Las tres dosis de hormonas enrraizadoras AIB Y ANA, en combinaciones de 1500, 2000 y 2500 proporciones igualdad estadística, presentaron un comportamiento semejante y con máxima en la respuesta, en longitud de raíz, número de raíces, en el porcentaje de acodos enraizados con rango de 2.35 a 3.03 cm; 4.45 a 5.56 cm y 97.00 a 98.50 %

Los acodos aéreo en cacao CCN-51 sin la aplicación de hormonas enraizantes presentaron los menores promedio en número de raíces, longitud de raíz y porcentaje de enraizamiento con promedio de 0.48 cm, 2.83 y 35%.

El tratamiento T3 (2000 mg/l ANA + 2000 AIB mg/l) reportó la mejor relación costo con 1.10 dólares.

5.2. Recomendaciones

Realizar investigación en multiplicación vegetativa en otras variedades de caco y diferentes dosis de hormonas enraizadoras AIB Y ANA porque mejora el porcentaje de enraizamiento.

Aplicar hormonas enraizante en multiplicación vegetativa en acodos aéreo en cacao CCN-51 porque presenta mayor promedio en número de raíces, longitud de raíz y porcentaje de enraizamiento.

Utilizar (2000 mg/l ANA + 2000 AIB mg/l) porque mejora la relación beneficio costo.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Literatura Citada

ALCÁNTARA M., E. M. 2001. Propagación de higo (*Ficus carica* L.) mediante acodo aéreo. Tesis Ing. Agr. Esp. en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México. 50 p.

ANGULO R. FERMÍN. 2009. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. Representada como requisito parcial para obtener el título de ingeniero agrónomo. Tema: Evaluación de cuatro Bioestimulantes comerciales en el desarrollo de plantas injertadas de cacao (*Theobroma Cacao L*.) Cultivar nacional. P 87.

BERMEO, C. Y RIVERA, L. 2006. Propagación de noni (Morindacitrifolia) por medio de acodo aéreo con el uso de hormonas ANA Y AIB. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniería Agropecuario. UED. UTEQ. Pp. 38, 47.

BILONI, J. 1990. Árboles Autóctonos Argentinos. Buenos Aires – Argentina

CALDERÓN, E. 1998. Fruticultura general, esfuerzo del hombre, Editor UTEHA NORIEGA. México, P 546.

CALDERÓN, E. GUSTAVO. 1989. Cultivo de cacao. Universidad Estatal a Distancia. Editorial EUED. Cuarta edición. Costa Rica. P 23.

CASTILLO, M. *et al*., 2005. Efecto de la auxina AIB en la propagación de azzhar de la india (Murraya paniculata (L. Jack)) por acodo aéreo, vol Bogota-Colombia. 17, pp 123-126.

CEVALLOS, Z. Y CEVALLOS, L. 2008. Enraizamiento de tres variedades de isora (Ixcoracoccinea) en tres sustratos y con la utilización de hormonas

ANA y AIB. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniería Agropecuario. UED. UTEQ. P. 42.

CUCULIZA, P. 1956. Propagación de plantas; P. L. Villanueva s.a; Lima, Perú. P 289.

DELVIN, R. 1980. Fisiología vegetal. ES. Omega - Barcelona. Pp. 2 y 3.

DÍAZ, R. 1991. Enraizamiento de Estacas Juveniles de cedrellaodorata L. Turrialba. Camaguey - Costa Rica. Pp. 49.

EL CONEJO. 1997. Cultivo beneficio del cacao. Eduardo Crespo del Campo Y Fernando Crespo Andía primera adición, 1997- ISBN 9978-87-175-6 Derecho Autoral: 011353- e-mail: econjo @ ibm.net.

EMBAECUADOR. 2007. Sistema de siembra del cacao. Disponible en la página web: www.embaecuador.org. Consultado el 25 de Marzo del 2012.

FLORES, A. 2009. Propagación por acodo aéreo de *Magnolia grandiflora* L.". Disponible http://www.scielo.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_ arttex t&pid=S0120-. Consultado 3-01-2013

GÁRATE D. MERLÍN. 2010. Universidad nacional de Ucayali, Facultad de ciencias agropecuarias, Escuela profesional de agronomía. Técnicas de Propagación por Estacas. Trabajo monográfico para optar el título profesional de: Ingeniero agrónomo. Ucayali – Perú. P 13.

GRACIAS, M. 2006. Propagación por acodo aéreo de arboles seleccionados humiriastrum procerrum (chanul) con la aplicación de hormonas enraizadoras (ANA) Y (AIN) Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniería Agropecuario. UED. UTEQ. Pp. 39 y 44.

GRUPO QUIROLA. 2008. Cacao. Disponible en la página web: www.g.quirola. Consultado el 28 de Abril del 2012.

HARTMANN, H; KESTER, D. 1995. Propagación de plantas. Principios y prácticas. 4ª ed. Continental. México. P 760.

INEC. 2002. III Censo Nacional Agropecuario. Resultados Nacionales. INEC. Proyecto SICA. Quito, Ecuador, Pp. 257.

INFOAGRO. 2009. El cultivo del cacao. Toda la Agricultura en Internet. Disponible en la página web: http://www.infoagro.com/. Consultado el 28 de Abril del 2012.

INFOJARDIN. 2007. Auxinas en las plantas. Disponible en la página web: www. infojardin.com/auxinas. Consultado 15 de Marzo del 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA. 2006. Hormonas vegetales. Disponible en la página web: www.inegod.mx. Consultado el 18 de Marzo del 2012.

LEÓN, G. 1991. Botánica de cultivos tropicales San José Costa Rica. IICA, colección de libros y materiales educativos, P 84.

MACEDA, A. 2005. Hormonas vegetales. Disponible en la página web: www alaquarium.com. Consultado el 15 de Marzo del 2012.

MATA, J. 2006. Efecto de diferentes dosis de AIB sobre el enraizamiento de ficus benbamina en diferentes épocas del año. Pp. 21 y 23.

MÉNDEZ, F. 2003. Principios de propagación de las plantas. Universidad la Molina. Disponible en la página web: www lanolina.edu. Consultado 16 de Marzo del 2012.

MONTECE A. 2005. Propagación vegetativa de estacas de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao L*.) con el uso de estimulante de enraizamiento, el ácido indolbutirico (AIB) y ácido naftalenácetico (ANA). Tesis de grado previo a la obtención del título de ingeniería Agrónomo, Facultad de ciencias Agronómicas Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Pp.8 y 45.

PAREDES, A. MENDIS. 2004. Ministerio de agricultura Programa para el desarrollo de la amazonia Proamazonia. Manual del cultivo de cacao. Perú. Pp. 9, 10,11 y 45.

PALENCIA G; MEJÍA L; ARGÜELLO, O. 2000. Propagación del árbol de cacao. En: Tecnología para el Mejoramiento del Sistema de Producción de Cacao. comps. CORPOICA. Bucaramanga, CO. Pp. 65-72.

RIVAS, A. 2006. Guía para el establecimiento de plantaciones de cacao, Ministerio del Ambiente República del Ecuador. P 6.

ROJAS, G. 1993. Fisiología vegetal aplicada, cuarta edición. Barcelona. Pp. 65.

ROJAS, S; GARCIA, J; ALARCON M. 2004. Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas. Ed. Produmedios. Colombia. P. 56

SEMINARIO DE CACAO. 2007. Dictado por el Ingeniero Quiroz, J. Jefe del INIAP en la Estación Experimental Boliche. P 13.

SOUDRE, M; MESEN, F; DEL CASTILLO, D; GUERRA, H. 2008. Memoria del curso internacional “Bases técnicas para la propagación vegetativa de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas” IIAP, Pucallpa. Perú. P 100.

SUÁREZ, C. 1993. Manual del cultivo del cacao. 2a Edición. EETP, INIAP, Quito, Ecuador. P. 136.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo 1. Resultados de las variables analizadas en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.

Tratamientos	Repeticiones	Longitud del callo 30 días	Longitud del callo 60 días	Número de raíz	Longitud de la raíz 60 días	Porcentaje de enraizamiento
1	1	1,32	2,42	1,33	6,67	30
1	2	1,36	2,51	1,33	9,83	30
1	3	1,21	2,45	1,00	7,67	30
1	4	1,21	2,32	1,60	8,16	50
2	1	1,22	2,38	3,44	2,93	99
2	2	1,91	2,51	2,57	10,26	97
2	3	1,42	2,40	3,25	6,30	98
2	4	1,46	2,33	3,67	4,43	94
3	1	0,96	2,53	4,00	6,03	97
3	2	1,03	2,60	4,22	7,04	99
3	3	0,99	2,58	3,33	5,74	99
3	4	0,97	2,68	2,78	5,72	99
4	1	1,01	2,97	3,38	9,46	98
4	2	0,94	2,51	3,25	7,13	98
4	3	0,92	2,45	3,14	6,96	97
4	4	1,26	2,85	2,38	4,60	97

Anexo 2. Análisis de varianza para la variable longitud de callo (cm) a los 30 días, en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Tabular		
				FC	5%	1%
TRATAMIENTOS	3	0,6800	0,2267	7,7714**	3,49	5,95
ERROR	12	0,3500	0,0292			
TOTAL	15	1,0300				

**** Alta significancia estadística**
*** Significancia estadística**
NS. No significancia estadística

Anexo 3. Análisis de varianza para la variable longitud de callo (cm) a los 60 días, en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Tabular		
				FC	5%	1%
TRATAMIENTOS	3	0,2300	0,0767	3,83*	3,49	5,95
ERROR	12	0,2400	0,0200			
TOTAL	15	0,4700				

**** Alta significancia estadística**
*** Significancia estadística**
NS. No significancia estadística

Anexo 4. Análisis de varianza para la variable Número de raíz, en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Tabular		
				FC	5%	1%
TRATAMIENTOS	3	14,640	4,880	24,30**	3,49	5,95
ERROR	12	2,410	0,201			
TOTAL	15	17,050				

**** Alta significancia estadística**
*** Significancia estadística**
NS. No significancia estadística

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz (cm), en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.

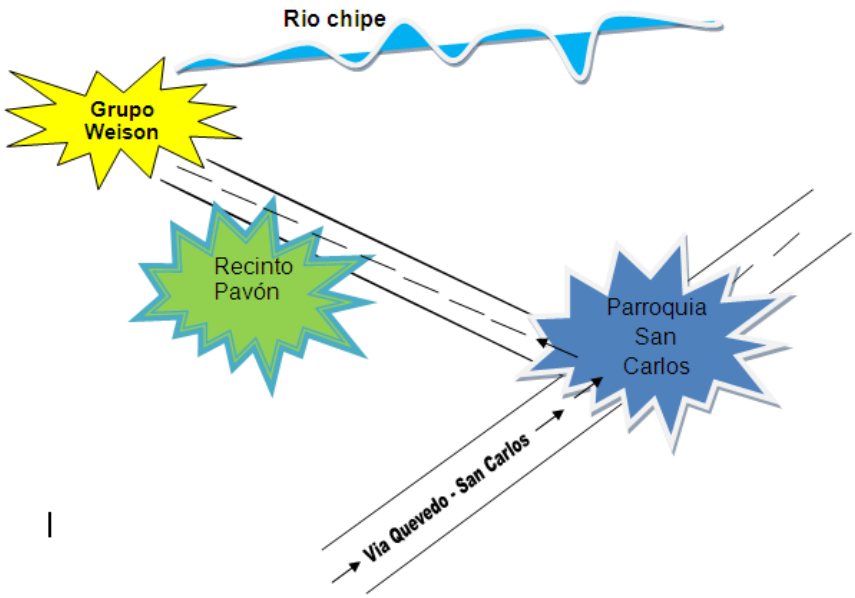
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Tabular		
				FC	5%	1%
TRATAMIENTOS	3	16,850	5,617	2,58NS	3,49	5,95
ERROR	12	26,150	2,179			
TOTAL	15	43,000				

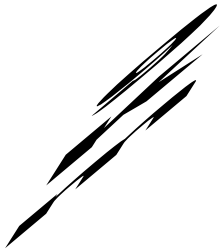
**** Alta significancia estadística**
*** Significancia estadística**
NS. No significancia estadística

Anexo 6. Análisis de varianza para la Porcentaje de enraizamiento (%), en la evaluación de la propagación vegetativa de cacao CCN-51 por acodo aéreo con tres dosis de hormonas enraizadoras ANA Y AIB.

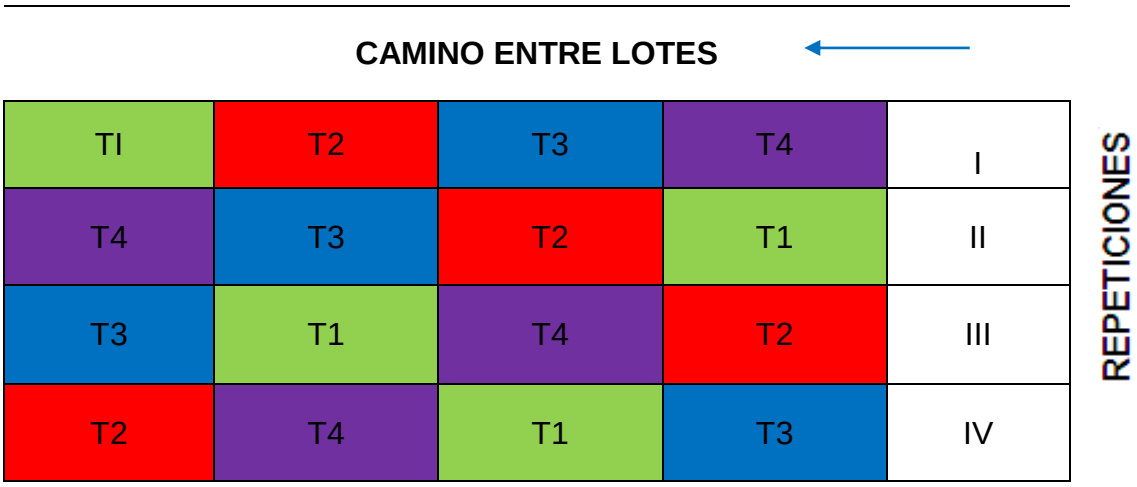
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Tabular		
				FC	5%	1%
TRATAMIENTOS	3	11786,0	3928,7	148,25**	3,49	5,95
ERROR	12	318,0	26,5			
TOTAL	15	12104,0				

**** Alta significancia estadística**
*** Significancia estadística**
NS. No significancia estadística





Anexo 7. Localización de la investigación



Anexo 8. Croquis de campo

Anexo 9. Fotos

Foto 1. Selección de la planta donadora

Foto 2. Desinfección del sustrato

Foto 3. Las hormonas que se utilizaron en los tratamientos

Foto 4. Aplicación de las hormonas

Foto 5. Elaboración de los acodos aéreos

Foto 6. Presentación de los acodos aéreos

Foto 7. Riego

Foto 8. Longitud del callo (cm)

Foto 9. **Número de raíz**

Foto 10. **Longitud de raíz**

Foto 11. **Porcentaje de enraizamiento**

Foto 12. Visita del director de tesis Licdo. Héctor Castillo.