UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

"EFECTO DE BIORREGULADORES Y ANILLADO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FRUTO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.)"

AUTORA:

MARIA FERNANDA CARCHI RODRIGUEZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. ING. AGR. FULTON LÓPEZ BERMÚDEZ, MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2016

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

La presente tesis de grado titulada **"EFECTO DE BIORREGULADORES Y ANILLADO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FRUTO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.)"**, realizada por la egresada **María Fernanda Carchi Rodriguez,** bajo la dirección del **Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, MSc.** ha sido aprobada y aceptada por el Tribunal de Sustentación como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Dr. Ing. FULTON LÓPEZ BERMÚDEZ, MSc.
PRESIDENTE

Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Q.F. Martha Mora Gutierrez MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico primeramente a mi Dios todo poderoso por ser mi fuente, mi sustento, el que me ha dado la capacidad, la valentía y la fortaleza para que este sueño se haga realidad.

De igual forma dedico este trabajo a mi madre que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles; por creer en mí y sobre todo por ser mi ejemplo a seguir.

A mi amado esposo Roberto Xavier Acosta Macías por su sacrificio y esfuerzo, por apoyarme en todo momento y ser mi aliento desde el inicio de mi carrera.

Al hombre que me dio la vida, el cual a pesar de haberlo perdido a muy temprana edad, ha estado siempre cuidándome y guiándome desde el cielo.

A mis hermosos hijos Alessandro y Rihanna, mis dos más preciados tesoros, ellos son el principal motivo que genera mi deseo de superación.

A mis suegros Roberto y Elena, ser mis guías, mis segundos padres; su apoyo a sido fundamental para mí.

A mi abuelita Lorenza fajardo que fue mi segunda madre y que siempre me acompaña desde el cielo.

A mi abuelito Manuel Rodríguez Sotomayor por su cariño infinito y sus sabios consejos.

A mi único hermano José Manuel por ser mi guía en el trayecto de mi vida.

A mis amigos Lisbeth Sarco y Juan Rugel, por regalarme su valioso tiempo, su amistad y su apoyo incondicional.

MARIA FERNANDA

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por ser mi guía en todo momento y por otorgarme los dones suficientes de capacidad, inteligencia, voluntad y perseverancia para alcanzar este logro tan anhelado.

A la facultad de ciencias agrarias de la universidad de Guayaquil por acogerme en sus aulas y formarme como profesional.

Con mucha gratitud a mis queridos profesores que impartieron sus conocimientos y experiencias, generando en nosotros deseos de superación.

De manera muy especial a mi director de tesis AL DR. ING. AGR. FULTON LEOPOLDO LÓPEZ BERMÚDEZ, MSc. por su gran calidad humana, a quien le debo muchas horas de amable paciencia y dedicación, ha sido un privilegio contar con su ayuda.

Al Ing. Agr. RICARDO MOREIRA MACÍAS, quien fue el que propuso el tema de investigación, quien me ha guiado con sus conocimientos y experiencias, gracias por todo el apoyo brindado y valiosos consejos.

A la Ing. Agr. VERONICA PEREIRA ABARCA, que con sus acertadas sugerencias supo guiarme durante el desarrollo de mi tesis por sus aportes de conocimiento, amistad y cariño.

Al Ing. Agr. Eison Valdiviezo Freire MSc. y Q.F.Martha Mora Gutierrez MSc. Miembros del Tribunal de sustención.

A todo el personal administrativo y de servicio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil.

De igual manera a mis compañeros por todas las vivencias y anécdotas que perduraran por siempre en mi mente y corazón.

MARIA FERNANDA

CERTIFICADO DEL GRAMÁTICO

Dr. Ing. Agr. FULTON LÓPEZ BERMÚDEZ, MSc, con domicilio en la ciudad de Milagro por la presente tengo a bien CERTIFICAR que: He revisado la tesis de grado elaborada por la alumna egresada **MARIA FERNANDA CARCHI RODRIGUEZ,** con C.I 092867146-0 previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma.

Tema de trabajo de titulación es **"EFECTO DE BIORREGULADORES Y ANILLADO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FRUTO DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.)".**

La tesis revisada ha sido escrita de acuerdo a las normas gramaticales, de sintaxis vigentes de la lengua española, e inclusive con las normas 150-690, del instituto internacional de Cooperación Agrícola (IICA), en lo referente a la redacción técnica.

Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, MSc.
C.I. 0906941521
Celular 0981969069-teléfono 042703496
Nº Registro SENECYT: 1006-13-86034246
Fecha de registro 28-03-2013

CERTIFICADO DEL DIRECTOR DE TESIS

Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez MSc., por medio del presente tengo a bien informar que la Srta. **Maria Fernanda Carchi Rodriguez** alumna egresada del Paralelo Daule, concluyó su trabajo de titulación, cuyo tema se titula: **"EFECTO DE BIORREGULADORES Y ANILLADO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FRUTO DEL CACAO (*Theobroma cacao L.*)",** misma se realizó en el sitio de la investigación lo cual fue comprobado mediante las visitas realizadas personalmente. El trabajo de titulación ha sido corregido por el subscrito, encontrándose apta para seguir los trámites legales consiguientes.

Es todo cuanto puedo informar en honor a la verdad.

Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, MSc.
DIRECTOR DE TESIS

La responsabilidad de los resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación pertenecen exclusivamente a la autora.

María Fernanda Carchi R.

Maria Fernanda Carchi Rodriguez
C.I. 092867146-0
Teléfono celular: (+593) 09979948561
E-mail: fernandacarchirodriguez941@hotmail.com

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO Y SUBTÍTULO: "EFECTO DE BIORREGULADORES Y ANILLADO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FRUTO DEL CACAO (*Theobroma cacao L.*)"	
AUTORA: Maria Fernanda Carchi Rodriguez	Director de tesis: Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, MSc.
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL	FACULTAD: FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA: INGENIERA AGRONÓMICA	
FECHA DE PUBLICACIÓN:	No. DE PÁGS: 95
TÍTULO OBTENIDO: INGENIERA AGRÓNOMA	
ÁREAS TEMÁTICAS:	
PALABRAS CLAVE: Paclobutrazol, Cianamida hidrogenada.	

RESUMEN: Entre agosto del 2015 hasta febrero de 2016, se llevó a cabo un estudio sobre efecto de biorreguladores y anillado sobre el rendimiento y calidad del fruto del cacao (*Theobroma cacao l.*) en una plantación establecida de cacao, con plantas de cinco años de edad, ubicada en el Recinto Cerrito del Cantón Santa Lucia Provincia del Guayas, se utilizó el Diseño de Bloques completos al azar con cuatro repeticiones y siete tratamientos. El estudio se planteó como objetivos; evaluar el efecto del Paclobutrazol y Cianamida hidrogenada sobre el rendimiento y calidad del fruto del cacao, medir el efecto del anillado sobre el rendimiento y calidad del fruto en cacao y realizar un análisis económico del estudio.

Se tomaron datos en las siguientes variables: número de flores/m lineal de ramas, número de frutos cuajados/árbol, número de frutos comerciales/árbol, peso de mazorca (g), longitud de mazorca (cm), diámetro de mazorca, número de almendras /mazorca, peso de almendras frescas/ mazorca (g), peso de almendra fresca (g), peso de almendras secas por mazorca (g), rendimiento de almendras secas/árbol, análisis económico.

En la presente investigación se pudo determinar que el biorregulador Paclobutrazol incrementa significativamente la producción y calidad del cacao logrando superar en 1.26 % la tasa de retorno marginal con relación al tratamiento del productor (Testigo).

El anillado al 50% incide marcadamente sobre el incremento de la producción y calidad del cacao pero proporciona una tasa de retorno marginal inferior en 0,23% a la generada por Paclobutrazol, pero superior al tratamiento Testigo en 1,03%.

No. DE REGISTRO (en base de datos):	No. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	[x] SI	[ ] NO
CONTACTO CON AUTOR/ES	Teléfono: 042795897	E-mail: fernandacarchirodriguez941@hotmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ab. Isabel Zambrano Teléfono: (04) 2288040 E-mail: fca@uta.edu.ec	

ÍNDICE PRELIMINARES Pág.

Portada ..... **I**

Tribunal de Sustentación..... **II**

Dedicatoria..... **III**

Agradecimiento..... **IV**

Certificado del gramático..... **V**

Certificado del tutor..... **VI**

Responsabilidad..... **VII**

Repositorio..... **VIII**

Índice preliminares..... **IX**

Índice general..... **X**

Índice de cuadros de texto..... **XIII**

Índice de cuadros del anexo..... **XV**

Índice de figuras de anexo..... **XVII**

INDICE GENERAL **Pág.**

I INTRODUCCIÓN…… 1
1.2 Objetivo general..…….... 3
1.3 Objetivos específicos……..….. 3

II REVISIÓN DE LITERATURA……..……..... 4
2.1Clasificación Taxonómica del cacao…… 4
2.2 Morfología…….…….……..... 4
2.2.1. Hojas……..…..... 4
2.2.2 Flores…..... 5
2.2.3 Tallo……...…..... 5
2.2.4 Raíz...……..…… 6
2.2.5 Frutos……..... 6
2.3 Origen y distribución……..……..... 7
2.4 Clima……..……..... 8
2.4.1 Agua……..... 8
2.4.2 Temperatura……..…..…..... 8
2.4.3 Humedad……..... 9
2.4.4 Luz..…… … 9
2.5 Suelo……..... 9
2.6 Fenología de la planta…….. 10
2.7 Manejo del cultivo..…….…..... 11
2.7.1 Siembra…..……..…….…..... 11
2.7.2 Poda……..……... 11
2.7.2.1 Tipos de poda…..……..……..…… 12
2.8 Fertilización..……..……... 13
2.8.1 Síntomas de deficiencia…..……... 14
2.9 Manejo de floración...……. 15
2.10 Uso de biorreguladores……..…… 15
2.10.1 Paclobutrazol (PBZ)……..…..... 17
2.10.2 Cianamida hidrogenada…..……..... 19
2.10.3 Anillado……..…..…..... 19

III MATERIALES Y MÉTODOS……..... 24
3.1 Ubicación del estudio……..... 24
3.2 Datos geográficos……..……..…….. 24
3.3 Datos climáticos……..……... 24
3.4 Materiales, herramientas y equipos……..…….... 24
3.5 Cultivar……..…… 25
3.6 Tratamientos en estudio……. 25
3.7 Diseño experimental……..…… 26

Pág.
3.7.1 Análisis funcional..…….…….. 26
3.8 Características del área experimental…….……... 26
3.9 Manejo experimental del ensayo....…….…… 26
3.9.1 Paclobutrazol…...…….…… 27
3.9.2 Cianamida hidrogenada ……..……... 27
3.9.3 Anillado……...……...……...…….. 28
3.9.3.1 Anillado al 50 %…….. 28
3.9.3.2 Anillado al 75 %……. 28
3.9.4 Aplicación de biorreguladores más anillado……..……. 28
3.10 Manejo agronómico del ensayo…….……..……... 28
3.10.1 Riego……. 29
3.10.2 Fertilización.……..……... 29
3.10.3 Control de malezas…….……...…. 29
3.10.4 Manejo sanitario……..……..……... 29
3.11 Variables evaluadas ……..……. 29
3.11.1 Número de flores por metro lineal de ramas…… 30
3.11.2 Número de frutos cuajados por árbol……. 30
3.11.3 Número de frutos comerciales por árbol…… 30
3.11.4 Variables de calidad física de los frutos……... 30
3.11.4.1 Peso de mazorca…… 30
3.11.4.2 Longitud de mazorca……. 31
3.11.4.3 Diámetro de mazorca……. 31
3.11.4.4 Número de almendras por mazorca…… 31
3.11.4.5 Peso de almendras frescas por mazorca……. 31
3.11.4.6 Peso de almendra fresca……. 31
3.11.4.7 Peso de almendras secas por mazorca…… 31
3.11.4.8 Rendimiento de almendras secas por árbol……... 31
3.12 Análisis económico…… 31

IV. RESULTADOS…..……. 32
4.1 Número de flores por metro lineal de rama……... 32
4.2 Número de frutos cuajados…… 33
4.3 Número de frutos comerciales……... 34
4.4 Peso de mazorca…… 35
4.5 Longitud de mazorca……. 36
4.6 Diámetro de mazorca …… 37
4.7 Número de almendras por mazorca…… 38
4.8 Peso de almendras frescas…… 39
4.9 Peso promedio de almendra……... 40
4.10 Peso de almendras secas…….. 41

Pág.
4.11 Rendimiento en g de almendras……... 42
V.DISCUSIÓN…..……... 46
VI. CONCLUSIONES…….. **.....** 51
VII. RECOMENDACIONES……... 52
VIII. RESUMEN…… 53
IX. SUMMARY…… 55
X. LITERATURA CITADA……. 57

INDICE DE CUADROS DE TEXTO

Pág.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados en el estudio sobre uso de Biorreguladores y anillado sobre el rendimiento y calidad del fruto del cacao (***Theobroma cacao*** **L**.), Santa Lucia, Guayas, 2015. 25

Cuadro 2. Esquema del Análisis de Varianza (ANDEVA) utilizado en el estudio sobre uso de Biorreguladores y anillado sobre el rendimiento y calidad del fruto del cacao (***Theobroma cacao L***.). UG. 2015. 26

Cuadro 3. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015. 32

Cuadro 4. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015. 33

Cuadro 5. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015. 34

Cuadro 6. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015. 35

Cuadro 7. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015. 36

Cuadro 8. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015. 37

Cuadro 9. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015. 38

Cuadro 10. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015. 39

Cuadro 11 Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015. 40

Cuadro 12. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015. 41

Cuadro 13. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015. 42

Pág.

Cuadro 14. Análisis económico de tres tecnologías en el cultivo de cacao bajo el método del CIMMYT (Harrington, 1982). UEG. 2015. 45

INDICE DE CUADROS DE ANEXO Pág.

Cuadro 15. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del número de flores por metro lineal de rama en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015. 65

Cuadro 16. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del número de frutos cuajados por árbol en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015. 65

Cuadro 17. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del número de frutos comerciales por árbol en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015. 65

Cuadro 18. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del peso de mazorca en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015. 66

Cuadro 19. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) de longitud de mazorca en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015. 66

Cuadro 20. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del diámetro de mazorca en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015. 66

Cuadro 21. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del número de almendras por mazorca en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015. 67

Cuadro 22. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del peso de almendras frescas por mazorca en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015. 67

Cuadro 23. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del peso de almendra fresca en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015. 67

Cuadro 24. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del peso de almendras secas por mazorca en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015. 68

Pág.

Cuadro 25. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del rendimiento en kg de almendras secas por árbol en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015. 68

Gráfica 1. Rendimiento de almendra seca por ha en respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015. 43

Gráfica 2. Rendimiento quintales de almendra seca por ha en respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015. 43

Anexo 1. Distribución de los tratamientos. Recinto Cerrito del Cantón Santa Lucia Provincia del Guayas. 2015. 69

Anexo 2. Ubicación geográfica de la zona donde se realizó el estudio Santa Lucia 2015. 70

Anexo 3. Mapa de Santa Lucia 71

INDICE DE FIGURAS DE ANEXOS Pág.

Figura 1. . Selección de las plantas de cacao en estudio. UG, 2015 73
Figura 2. Rotulación de las plantas experimentales. UG, 2015 73
Figura 3. Aplicación del anillado o canalete de un grosor y profundidad aproximados de 3 mm por rama. UG, 2015 74
Figura 4. Aplicación de Cianamida hidrogenada a una concentración del 4 %. UG, 2015 74
Figura 5. Conteo y control de la floración. UG, 2015 75
Figura 6. Toma de datos de las plantas en estudio. UG, 2015 75
Figura 7. Toma de frutos para la evaluación física de los tratamientos. UG, 2015. 76
Figura 8. Peso de almendras secas por mazorca en g. UG, 2015. 76
Figura 9. Peso de mazorca en g. UG, 2015 77
Figura 10. Peso de almendras frescas por mazorca en g. UG, 2015 77
Figura 11. Visita de mi director de tesis Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, UG, 2015. 78

I. INTRODUCCIÓN

El cacao (***Theobroma cacao*** **L**.) es cultivado en la mayoría de países tropicales entre las latitudes 15° norte y 15° sur de la línea ecuatorial y se encuentra excepcionalmente hasta en latitudes subtropicales 23° norte y 25° sur, por lo que se establece en promedio límites de hasta 20° norte y 20° sur **(Enríquez, 2004).**

En Ecuador en la segunda mitad del siglo XVI, el cacao fue un negocio tan rentable que atrajo el interés de empresarios guayaquileños por cultivar este producto que a pesar de las prohibiciones establecidas mediante las Cédulas reales, el cultivo se estableció en la cuenca baja del Río Guayas y se expandieron a orillas de sus afluentes, los Ríos Daule y Babahoyo, corriente arriba, lo cual generó el nombre de cacao "Arriba" en el mercado internacional, que va ligado a su denominación de origen. La variedad que da origen a este cacao se denomina nacional y botánicamente pertenece a los denominados forasteros amazónicos **(Rosero, 2009).**

Durante la época de la Colonia, el cacao en Ecuador se expandió principalmente en cuatro zonas ecológicas: 1) la zona denominada como "Arriba" que comprende la cuenca baja del río Guayas, básicamente las actuales provincias de Los Ríos y Guayas; 2) la zona de Manabí, con el cacao llamado "de Bahía", que corresponde a la zona húmeda de la provincia de Manabí; 3) la zona de Naranjal, hacia el sur, que abarca un área entre las provincias del Guayas y la provincia de El Oro; 4) la zona de Esmeraldas, que tenía un cacao acriollado muy especial, al que se le denominaba esmeraldas **(FAO, 2009).**

En el Ecuador existe un tipo de cacao único en el mundo, conocido con el nombre de "Nacional", el cual se lo reconoce por tener una fermentación muy corta y dar un chocolate suave, de buen sabor y aroma, por lo que es reconocido a nivel mundial con la clasificación de fino o de aroma **(MAGAP, 2010).**

El Ecuador ha sido considerado como uno de los países que tradicionalmente produce cacao fino de aroma. La actividad agrícola dedicada al cultivo de cacao tiene una historia relevante en la economía

nacional; este producto, conocido además como la "Pepa de Oro", dominó varias décadas en la generación de divisas para el país, dando lugar al establecimiento de los primeros capitales, lo cual desarrolló sectores importantes como la banca, la industria y el comercio. Originalmente, cultivo de cacao tuvo su apogeo en la zona de Vinces, provincia de Los Ríos **(MAGAP, 2006).**

En la actualidad, la siembra de este cultivo se ubica en la zona tropical seca y húmeda del país. Según los datos del último censo agropecuario existen 243.059 hectáreas de cacao, como cultivo solo, y 190.919 hectáreas de cultivo asociado **(MAGAP, 2006).**

Los promedios de rendimiento por ha/año a nivel nacional son bajo alrededor de ocho quintales; según las variedades que maneja el INIAP, se registra alrededor de los 17 qq/ha año, mientras que el material CCN-51 presenta rendimientos de 55qq/ha año, en condiciones normales de mantenimiento **(MAGAP, 2006).**

Una de las mayores problemáticas del cacao es su baja productividad, debido entre otras causas a características genéticas de los materiales y sobre todo a ineficientes sistemas de manejo del cultivo por parte del productor **(Sánchez, 2014).** En efecto, la mayor parte de la superficie de cultivo pertenece a productores pequeños, que por falta de adecuados, oportunos y sostenidos programas de capacitación y crédito no han podido aportar a sus cultivos la tecnología requerida **(Urrutia, 2011).**

La falta de sostenibilidad de los modelos de desarrollo agrícola es otro de los factores que ha expuesto al Ecuador a una sobre explotación del suelo que como consecuencia se produce un deterioro ambiental y pobreza de los agricultores cacaoteros **(Garzón, 2013).**

Con base en lo expuesto surge la urgente necesidad de realizar investigaciones innovadoras para promover la expresión floral para tratar de potenciar la productividad del cultivo. Estas técnicas generalmente infieren sobre la fisiología floral de la planta sobre los mecanismos de inducción, iniciación y diferenciación floral **(Tofiño *et al*. 2007), (Soria, 2014).**

Los biorreguladores y ciertas prácticas culturales actúan en los procesos indicados interviniendo además en la acumulación de sustancias de reservas, formación de biomasa radicular permitiendo así el buen anclaje y absorción de nutrientes, con lo que se hace más eficiente la nutrición, previene la caída de flores y botones florales, mejora notablemente el cuajado y buen llenado de frutos en diferentes cultivos **(AGROSAD, 2014).**

1.1 Objetivo general

- ✓ Medir la influencia de dos biorreguladores y una práctica de anillado sobre el rendimiento y calidad del fruto del cacao (***Theobroma cacao*** **L**.)

1.2 Objetivos específicos

- ✓ Evaluar el efecto del Paclobutrazol y Cianamida hidrogenada sobre el rendimiento y calidad del fruto del cacao.

- ✓ Medir el efecto del anillado sobre el rendimiento y calidad del fruto en cacao.

- ✓ Realizar un análisis económico del estudio.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Clasificación taxonómica del cacao

Según **(Enríquez, 2004)** y **(Batista, 2009),** el cacao pertenece al:

Reino : Vegetal
Subreino : Fanerógamas
División : Espermatofita
Subdivisión : Angiospermas
Clase : Dicotiledóneas
Subclase : Rosidae
Suborden : Rosanae
Orden : Sinandras
Familia : Esterculiácea
Género : Theobroma
Especie : cacao

2.2 Morfología

2.2.1 Hojas

De acuerdo a **(Rondón y Cumaná, 2005),** el género Theobroma presenta arbustos con t*allos* glabros o tomentosos, algunas veces ferrugíneos. hojas simples, alternas, oblongas, oblanceoladas, pecioladas, enteras, coriáceas. *Inflorescencia* cauliflora. *Flores* bisexuales, completas, actinomorfas, hipóginas; sépalos 5, unidos hacia la base, valvados en estivación, glabrescentes hasta tomentosos, lanceolados, oblanceolados; pétalos 5, imbricados o contortos en estivación, libres entre sí; divididos en dos partes: la una con capucha cuculada y 2-7 nervios pronunciados en la cara interna, rara vez uno, la lámina apical articulada, orbicular oviforme, espatuliforme, elíptica, trapezoide, pilosa o glabra, generalmente de color púrpura. Estambres fértiles 5, opuestos a los pétalos; 3 anteras ditecas, excepto *T. cacao* y *T. bicolor* que presentan 2 anteras bitecas; estaminodios 5, petaloideos, lineares-oblongos, obtusos, subulados, lanceolados, alternos a los pétalos, pilosos o vilosos. Ovario súpero, sincárpico de 5 carpelos subangulados, 5 lóculos con óvulos en placentación axial; estilos conniventes,

filiformes; estigmas agudos. *Fruto* bacciforme, ovoide, elipsoidal u oblongo, rugoso o tuberculado, indehiscente. *Semillas* numerosas, elipsoidales u ovoideas, color castaño. Germinación epigea o hipogea.

León (2000), describe que las hojas son simples, con un pecíolo corto, enteras, de forma oblonga a lanceolada-oblonga, miden de 10 a 12 cm de largo y tienen el ápice muy acuminado, margen entero y ondulado. La superficie de ambas caras es lisa y brillante, y de colores variables que van desde morado hasta verde pálido.

Torres (2012), manifiesta que cuando el árbol es adulto, las hojas son de color verde obscuro y delgado, de tamaño mediano y son de textura firme, se encuentran unidas a las ramas por el peciolo. El peciolo tiene una hinchazón llamado yema de donde se origina ramas que se usan para los injertos.

2.2.2 Flores

El cacao es una especie *cauliflora*, es decir, con sus flores insertadas sobre el tronco o en las viejas ramificaciones, sostenidas por un pedicelo de 1 a 3 cm. Las flores son pequeñas, hermafroditas, con coloraciones rosadas, púrpuras o blancas, de 0,5 a 1 cm de diámetro y de 2 a 2,5 cm de largo, en forma de estrella con cinco pétalos alternos de 6 mm, y con cinco sépalos angostos y ampliamente extendidos **(CONABIO, 2004).**

Las inflorescencias son hermafroditas a manera de racimas pequeñas localizadas en las ramas horizontales adultas o en el fuste de la planta, a lo largo 47 del tallo, son pequeñas flores de color rosado, rojizo y blanco. Del 100% de inflorescencias formadas, solo el 30 % llegan a cuajar formando frutos y semillas **(Hernández, 1991).**

2.2.3 Tallo

El tallo y sus ramificaciones determinan la arquitectura de la planta. Su estabilidad depende de la fortaleza del brote principales del cuello de la raíz, así como de la altura y del peso que puede soportar. El color del tallo varía entre verde, gris-castaño, café verduzco, donde se forma un molinillo con 3 0 4 ramas que se abren a manera de brazos, a una altura

de un m, con crecimiento lateral formando una horqueta que ayuda a sostener el peso de los frutos **(Enríquez, 2004).**

2.2.4 Raíz

Sus raíces son pivotantes, robustas y grandes pueden alcanzar hasta 3 m de profundidad y llegar hasta 4 m a lo ancho, influenciado su desarrollo radicular la textura del suelo, la ubicación del nivel freático del agua en el subsuelo, el abastecimiento del agua o humedad y de las propiedades físicas y químicas del subsuelo. Las raíces principales y secundarias se desarrollan en los primeros 40 cm de profundidad del suelo, según el tipo de reproducción de la planta por semillas, injerta o clonada por ramillas el sistema radicular es fasciculada con 3 o 4 raíces principales que cumplen con la función de la raíz pivotante, anclando y nutriendo a la planta **(Enríquez, 2004).**

2.2.5 Frutos

León (2000), describe que el fruto es una baya grande llamado mazorca, mide de 15 a 25 cm de largo y 10 cm de diámetro, dentro del cual se encuentran las semillas de color blanco o violetas, embebidas en una pulpa mucilaginosa blanca y de sabor dulce y acidulado. Posee un mesocarpio liso o arrugado, con cinco carpelos de diversos colores al madurar (rojo, amarillo, morado y café). La forma es generalmente elipsoidal, sin embargo varía considerablemente, por lo que ha sido el carácter más utilizado para agrupar poblaciones dentro de la especie.

Los frutos son bayas conocidas con el nombre de mazorca drupáceas, son oblongas de 12 a 25 cm de largo, y de 12 – 15 cm de ancho, con pesos que fluctúan entre 0.5 – 2,0 kg., el fruto contiene de 20 – 50 granos o almendras de forma aplanada o redondeada de dos a cuatro centímetros de longitud, envueltas en una pulpa mucilaginosa, blanco – amarillenta, ligeramente ácida, con un aroma agradable, muy típico **(Hernández, 1991).**

2.3 Origen y distribución

El género *Theobroma* es originario de la cuenca alta del río Amazonas, que comprende países como: Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil, siendo en esta región donde la especie *Theobroma cacao* presenta la mayor variación. No obstante, su cultivo se dio en tiempos precolombinos, desde México hasta Costa Rica, aunque no está claro si su expansión se dio de manera natural o con la ayuda del hombre **(León, 2000).**

Es un cultivo tropical originario de la región amazónica (cuenca alta del río Amazonas) que en la actualidad comprende territorios de los países Ecuador, Colombia, Brasil, Perú y Bolivia **(Guamán, 2007).**

Durante la expedición del español Gonzalo Pizarro en 1526 a1527, se encontraron plantaciones de cacao forastero silvestre a lo largo de las costas de la provincia de Esmeraldas y en la cuenca del río Amazonas que fueron domesticadas por los nativos del Amazonas en la época precolombina. Hoy en día su cultivo se ha difundido a países como Colombia, México, Brasil, Indonesia, Camerún y el resto del mundo. En Ecuador las zonas cacao-teras se localiza en la cuenca alta del río Guayas, ampliándose a regiones localizadas bajo las estribaciones de la cordillera de los Andes, provincias como Cotopaxi, Bolívar, Esmeraldas, Santo Domingo y la región Amazónica con altos rendimientos de 45 producción ofertan un producto de origen fino de aroma en mercados nacionales e internacionales **(Hugher, 2007).**

El cacao era considerado por las culturas nativas de la región Azteca como el "alimento de los dioses" y además de utilizar sus granos como moneda, lo consumían como bebida. A pesar de ser un cultivo estrictamente tropical, se elabora y consume más en regiones templadas como bebida estimulante y alimento energético; además, su grasa es un subproducto importante en la preparación de cosméticos y productores farmacéuticos **(León, 2000).**

Cuando los españoles llegaron a América encontraron el cacao en México, importante centro de dispersión de la especie. Los aborígenes lo usaban desde tiempos remotos para hacer bebidas y como alimento

mezclado con maíz. También era utilizado como moneda en las transacciones comerciales. Actualmente es cultivado en la mayoría de los países tropicales, en una zona comprendida entre los 20º de latitud norte y los 20° de Latitud sur **(Enríquez, 2004).**

En la actualidad existen en el mundo entre 5 y 6 millones de productores de cacao, cuya producción supera los 3 millones de toneladas por año, mientras que la demanda ha presentado un 3 % de crecimiento anual durante los últimos 100 años **(WORLD COCOA FOUNDATION, 2013).**

En la actualidad el Ecuador tiene cerca del 4% de la producción mundial de cacao, con 500 000 hectáreas sembradas en 12 de las 24 provincias del país **(ANECACAO, 2015).**

La provincia de Los Ríos representa el 35 % del total de hectáreas sembradas en el país que equivale a 175000 ha cultivadas **(Rosero, 2009).**

2.4 Clima

Requiere de climas cálidos, tropical, relativamente húmedos se produce en zonas desde los 360 a 1200 m.s.n.m, es cultivado en regiones de la Costa, parte de la Sierra y Amazonia **(Hernández, 1991).**

2.4.1 Agua

El cacao es una planta sensible a la escasez de agua y al encharcamiento, este puede provocar asfixia y hasta matar las raíces en muy poco tiempo. Por eso se requieren suelos con buen drenaje. Las necesidades de agua oscilan entre 1500 y 2500 mm de lluvia en las zonas bajas más cálidas, y entre 1200 y 1500 mm en las zonas con prolongados periodos de sequía, es recomendable regar para aumentar la producción **(Quiroz y Agama, 2007).**

2.4.2 Temperatura

La temperatura media anual óptima para el cultivo de cacao es de 24 a 26 ºC, bajo 22 ºC la floración se inhibe y con temperaturas menores los

frutos tardan en madurar. La temperatura del suelo, para una buena conservación de la materia orgánica, no debe ser superior a los 25 ºC **(Hernández, 1991).**

2.4.3 Humedad

Es vital para el desarrollo y producción de una plantación de cacao, ya que incide sobre la actividad fisiológica de la planta. Requiere de un mínimo mensual de 100 – 120 mm, en zonas bajas las necesidades oscilan entre 1500 a 2500 mm anual y en zonas bajas más cálidas de 1200 a 1500 mm, con un 70 a 80 % de humedad (Hernández, 1991).

Por su parte **Rojas y Sacristan (2013),** consideran que áreas con un régimen de precipitaciones entre 1800 a 2600 mm anuales es sumamente apta para el cultivo, entre 2600 y 3200 mm anuales es moderadamente apta, entre 3200 a 3800 mm anuales es marginalmente apta y zonas con precipitaciones menores a 1200 y mayores a 3800 mm anuales son consideradas no aptas para el cultivo.

2.4.4 Luz

Torres (2012), la intensidad de la luz es otro factor determinante en el cultivo de cacao, específicamente porque influye en la fotosíntesis. En etapas de establecimiento del cultivo se recomienda la siembra de otras plantas de cacao en estas etapas son muy susceptibles a la acción directa de los rayos solares. Se considera una intensidad lumínica menor al 50% del total de luz, limita los rendimientos, mientras cuando es mayor al 50% los aumenta.

2.5 Suelo

Los suelos para el cultivo de cacao deben ser de preferencia planos con una ligera inclinación ya que esta clase de terrenos son muy fértiles y la erosión no perjudica mucho cuando se realiza un buen manejo. El suelo debe ser suelto y profundo para que las raíces se puedan distribuir sin dificultad y así la raíz principal pueda penetrar fácilmente hasta 1,50 m de profundidad.

Los suelos más apropiados para un óptimo desarrollo son los suelos aluviales, los francos y profundos con subsuelo permeable. Los suelos de

color de color negruzco son generalmente los mejores ya que estos están menos lixiviados **(Torres, 2012).**

Los terrenos con texturas francas franco arcillosas y franco arenosas, se consideran buenos suelos para cacao, el ph recomendado va de 6,5 – 6,8 **(Enríquez, 2004).**

2.6 Fenología de la planta

Para el **Ministerio de Agricultura (2015)** y **Miguel (2011),** la temperatura es un factor de mucha importancia en la determinación de las fases fenológicas, debido a su relación con el desarrollo, floración y fructificación del cultivo de cacao. La temperatura media anual (óptima) debe ser alrededor de los 25°C (máx. 32 °C y mín. 23 °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 luz es otro de los factores ambientales de importancia para el desarrollo del cacao especialmente para la fotosíntesis, la cual ocurre a baja intensidad aun cuando la planta este a plena exposición solar.

De acuerdo a **Izarra y López (2002),** la etapa reproductiva de la planta de cacao se divide en varias fase: de emisión de botones florales, estructuras con un tamaño aproximado de 1 cm; emisión de flores, misma que se verifica cuando se abren los botones florales, las flores permanecen abiertas por un lapso de 24 horas; fructificación, luego de la polinización y fertilización el fruto crece, mismo que se considera desde los dos centímetros y, maduración del fruto, cuando el fruto alcanza la coloración y el tamaño máximo de la variedad.

Por su parte **USAID (2008),** indica que La fenología se refiere a los cambios visibles del proceso de desarrollo de la planta, como resultado de las condiciones ambientales. Su seguimiento es muy importante para agrónomos y agricultores pues les permite: efectuar la programación de labores culturales, riegos, control de plagas y enfermedades y aporques, identificar épocas críticas, lo que permite evaluar la marcha de la campaña agrícola y contar con información concreta sobre los posibles

rendimientos de los cultivos, mediante pronósticos de cosecha. Definen dos etapas marcadas en el desarrollo de la planta, una vegetativa que va hasta los dos años de edad de la planta y se caracteriza por emisión de tejido vegetativo de la planta y, reproductiva en la que se expresa la floración y fructificación; esta empieza en términos generales desde los 3 años de edad del cultivo.

2.7 Manejo del cultivo

2.7.1 Siembra

Las plantas de 3 a 4 meses de edad, deben ser sembradas durante los primeros meses de la época lluviosa, cuando hay suficiente humedad en el suelo, las distancias de siembra son de 3 m x 4 m en plantas reproducidas por clonación o ramillas, requiriendo 825 plantas/ ha ó 4 m x 4 m en caso de cacao nacional por semillas e injertos, requiriendo 625 plantas/ha o 4 m x 5 m, en caso de cacao asociado con árboles maderables, requiriendo 554 plantas/ha, dependiendo del tipo de terreno. **(Barros, 1981).**

Manual de cultivo de cacao (2009), describe que para la siembra de cacao se deben seleccionar los mejores sitios, es decir en los mejores lotes de terreno no muy quebradizos, con suelos cuya capa arable tenga por lo menos 20 cm de profundidad, a fin de facilitar el desarrollo de las raíces. No deben ser suelos propensos a inundarse en ninguna época del año.

2.7.2 Poda

Según Lema (2001), es una práctica que permite dar al árbol, una estructura o forma vegetativa balanceada, eliminando las ramas y brotes innecesarios favoreciendo la penetración de luz solar y buena ventilación que estimula la emisión de brotes y frutos.

Las épocas más apropiadas para realizar las podas es durante la sequía y el periodo de transición (cuando no hay flores ni frutos), en los meses de agosto- septiembre.

Los objetivos de la poda son:

- Regular la entrada de luz y aire, favoreciendo las labores culturales.
- Eliminar ramas con plagas y enfermas.
- Estimular el crecimiento y formación de ramas principales y la conformación de una copa equilibrada de acuerdo a la distancia de siembra.
- Controlar la altura del árbol, para formar el molinillo u horqueta a los 90 cm y 1.50 m, mediante podas de formación.
- Formar una copa homogénea y un tronco de mediana altura.
- Facilita la visión de los frutos maduros para su cosecha oportuna.

2.7.2.1 Tipos de podas

Según experiencias de **Larrea (2008),** determinan que los tipos de podas más usuales son:

a- Formación: Permite dar la forma definitiva que mantendrá la planta durante su ciclo de vida; se realiza de acuerdo al material de siembra, sea éste nacional, híbrido o clon.

b- Mantenimiento: Se realiza anualmente, eliminando las ramas entrecruzadas, secas, enfermas, desgarradas, chupones, plantas parasitas, trepadoras y despunte de ramas laterales durante la época de transición y debe ser manual.

c- Fitosanitaria: Se realiza anualmente, consiste en la remoción de las partes de la planta afectadas por plagas y enfermedades como monilia, escoba bruja, mal de machete, plantas parasitas.

d- Rehabilitación: Se realiza en huertos viejos e improductivos; se elimina abundante follaje y ramas o chupones básales en un porcentaje del 40%.

e- Recepa: Se corta íntegramente el árbol a una altura de 0.40 m a 2 m, del suelo y se efectúa en aquellos árboles de edad avanzada.

2.8 Fertilización

Según Sarango (2009), la fertilización es un recurso para aumentar la producción. El cultivo de cacao puede requerir algún nutriente que está limitando su normal desarrollo y la fertilización corrige tales inconvenientes.

Para asegurar el éxito de una fertilización, ésta debe ir acompañada de otras labores como: reducción de sombra, control de malezas, riego control de enfermedades, plagas y otras. La cantidad o dosis de fertilizantes es variable y depende del tipo del suelo, el material sombreado, el estado de desarrollo de la planta y la intensidad de la sombra **(Sarango, 2009).**

La **ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERÍA (2000),** indica que el cacao como todo cultivo requiere para desarrollarse y reproducir de suelos fértiles, un suelo fértil además de un aspecto deseable debe tener una buena constitución química, la que está dada por elementos nutricionales como Nitrógeno, Fósforo, Potasio y otros elementos importantes que intervienen en el metabolismo de la planta.

El Nitrógeno es el componente básico de todos los aminoácidos, favorece al desarrollo de órganos vegetativos de la planta, actúa como regulador ante el Fósforo y el Potasio y reduce el marchitamiento de frutos jóvenes.

El Fósforo es importante en el desarrollo de las raíces, equilibra la absorción del nitrógeno por la planta, estimula la actividad de las bacterias nitrificantes y ayuda a la floración y fructificación.

El Potasio crea resistencia y da vigor a la planta, fortaleciendo su sistema radicular y ayudando a la formación y desarrollo de las almendras.

El Azufre, sin el cual no se podría formar las proteínas. Para la estructuración de las paredes de las células, el Calcio es el principal constituyente. En el proceso de fabricación de enzimas participan activamente el Zinc, Manganeso y Molibdeno que son necesarios para la

aceleración de procesos químicos y bioquímicos vitales en el funcionamiento de las plantas. Para la formación de la molécula de clorofila el Magnesio es muy importante para que ocurra la captura de la energía lumínica que es el motor de la fotosíntesis. En la polinización y fecundación de las flores el Boro permite el crecimiento del tubo polínico para la fecundación del óvulo y formación de las almendras de cacao.

2.8.1 Síntomas de deficiencia

Las plántulas de cacao en etapa de vivero, por lo general, presentan síntomas muy notorios de deficiencias de elementos nutricionales como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, hierro y boro, debido a la utilización de sustratos de baja fertilidad o con desbalances en sus componentes. En dichos casos, no se hace uso del análisis químico para la aplicación oportuna de elementos deficitarios. Teniendo en cuenta la corta permanencia de las plántulas en etapa de vivero, se debe hacer uso de fertilizantes de acción rápida como los de síntesis química de aplicación edáfica o foliar **(CORPOICA, 2009).**

Nitrógeno (deficiencia):

Hojas más claras de color verde pálido, que va tornándose en amarillo.
El proceso comienza siempre por las hojas más viejas.
Caída de hojas viejas, aspecto raquítico, amarillento.

Fósforo (deficiencia):

Hojas con un verde oscuro apagado que adquieren luego un color rojizo o púrpura característicos y llegan a secarse. Comienza por las hojas más viejas, demás, el número de brotes disminuye, formando tallos finos y cortos con hojas pequeñas. Menor desarrollo radicular.

Potasio (deficiencia):

Típicamente bordes y puntas de las hojas más viejas secas luego de amarillear. Hojas jóvenes pueden ponerse rojizas.

Magnesio (deficiencia):

En hojas viejas, color amarillento tanto entre las nervaduras como en los bordes, siendo las hojas de abajo las más afectadas menos un

triángulo verde que queda en la base. Luego también afecta a las hojas jóvenes y posteriormente produce la caída de hojas **(CASAFE, 2010).**

2.9 Manejo de floración

Cuando las condiciones de temperatura y humedad son favorables, hay floración durante casi todo el año. Sin embargo, hay períodos de floración máxima y mínima, fácilmente distinguibles, pero se carece de información precisa acerca de los factores que controlan la periodicidad de la floración **(Hardy, 1961).**

Del gran número de flores que produce el cacao menos del 5 % es fecundado y llega a dar fruto, debido básicamente a dos factores: primero, es muy frecuente que la planta sea incompatible y por lo tanto necesita de polen extraño para su fecundación; y segundo, los mecanismos de polinización son poco eficientes. Esto último depende de los agentes de transmisión de polen, la estructura de su flor y su biología **(León, 2000).**

2.10 Uso de biorreguladores

González (2010), menciona que las hormonas vegetales controlan un gran número de sucesos, entre ellos el crecimiento de las plantas, la caída de las hojas, la floración, la formación del fruto y la germinación, interviniendo en varios procesos, y del mismo modo todo proceso está regulado por la acción de varias fitohormonas. Se establecen fenómenos de antagonismo y balance hormonal que conducen a una regulación precisa de las funciones vegetales, lo que permite solucionar el problema de la ausencia de sistema nervioso.

Entre las principales fitohormonas vegetales son las auxinas, giberelinas y citoquinas (como estimuladores del crecimiento), el ácido abcísico y etileno (inhibidores o maduradores), ácido salicílico y hormonas polipeptícas (inducen la expresión de genes de defensa).

A una mejor condición de la planta, la cantidad de flores que se formarán será mayor. Sin embargo, la presencia y acción de hormonas influye en esto, donde la presencia de citocininas promueve mientras que las giberelinas inhiben. Así, tratamientos agresivos de giberélico que en

algunas ocasiones se utilicen para promover el crecimiento vegetativo, puede resultar en una reducción del número de flores; por otra parte, el uso de citocininas puede tener efectos positivos para aumentar el potencial fructífero del cultivo **(Díaz, 2009).**

El mismo autor indica que la planta forma continuamente compuestos hormonales que tienen funciones específicas en su desarrollo y actúan regulando procesos de crecimiento, diferenciación o especialización de tejidos, madurez, entre otros. Las principales hormonas son las auxinas, las giberelinas, las citocininas, el etileno, el ácido abscísico, los brasinoesteroides, el ácido salicílico, los jasmonatos, y las poliaminas.

Los compuestos biorreguladores son aquellos que en su formulación contienen moléculas protagónicas para la expresión o bien inhibición de un cierto proceso, estas moléculas generalmente son fitohormonas (idénticas a los compuestos naturales) o bien compuestos de efecto tipo hormonal (sintetizados en un laboratorio). Las hormonas vegetales (fitohormonas), pueden ser definidas como un grupo de sustancias orgánicas, 16 sintetizadas por plantas, que tienen la capacidad de afectar a los procesos fisiológicos, en concentraciones mucho más bajas que los nutrientes o las vitaminas **(Azcón y Talón, 2008).**

Wikipedia (2014), señala que es necesario proveer a la planta de un suplemento adicional de hormonas u otros compuestos para auxiliar su metabolismo general y que con ello pueda soportar mejor ciertas condiciones adversas al desarrollo del cultivo, mejor conocidos como bioestimulantes.

También hay biorreguladores específicos que contienen dos hormonas para ejercer un efecto fisiológico sinergístico (amplificado); Recientemente se ha definido otro grupo de biorreguladores específicos complejos, el cual es la mezcla de una hormona base con otros ingredientes menores para equilibrar la respuesta fisiológica.

La elección de qué biorregulador utilizar, está en función del objetivo. Si se desea auxiliar al cultivo en términos generales para que tenga un desarrollo normal más eficiente, la utilización de un bioestimulante es lo indicado. Pero, si se desea manipular o regular un proceso o evento

específico, entonces es mejor hacer uso de un biorregulador específico para ese evento y así asegurar una respuesta efectiva y consistente.

En la manipulación hormonal vía biorreguladores siempre hay que tener en cuenta 4 factores críticos:

- Usar la sustancia adecuada.
- Usar la concentración adecuada.
- Estar en la etapa sensible del evento a regular.
- Llegar al órgano objetivo.

2.10.1 Paclobutrazol (PBZ)

De acuerdo a lo expuesto por **Montana (2015),** el PBZ es un Triazol, considerado regulador del crecimiento vegetal. Se absorbe pasivamente por las raíces, tallos y hojas, y se mueve por el xilema en sentido acrópeto hacia las hojas y yemas. No hay movilidad en el floema. Al alcanzar las zonas meristémicas subapicales impide la producción de giberelina mediante la inhibición de la oxidación del kaureno a ácido kaurenoico, lo que reduce el ritmo de la división celular sin causar fitotoxicidad. Su vida media en el suelo depende del tipo de suelo y del clima, pero en general se sitúa entre 6 y 12 meses. Tiene poca movilidad, por lo que sus residuos no tienen riesgo de lixiviarse. En los cultivos no se han detectado residuos en los frutos después de efectuar aplicaciones al suelo, incluso cuando se han observado grandes reducciones del crecimiento vegetativo. Los residuos, después de efectuar pulverizaciones foliares, dependen de la época de aplicación.

Los beneficios agronómicos que produce su aplicación son: reducción del crecimiento vegetativo, aumento en la formación de yemas frutales, aumento de la floración, aumento de la fructificación y mejora de la calidad de los frutos en lo que se refiere a tamaño, color y almacenaje. Se utiliza en frutales de hueso para reducir el tamaño de los brotes y controlar el aclareo, en frutales de pepita con el fin de reducir el tamaño de los brotes, en olivo de verdeo para mejora la calidad del fruto y en vid para vinificación para reducir el tamaño de los sarmientos y evitar el corrimiento de la flor. También se utiliza para aumentar la floración en

ornamentales y reducir el encamado en cultivos de gramíneas **(ECONEX, 2015).**

Con base en lo indicado por **Kasram (1994),** el uso de Paclobutrazol en cacao incide favorablemente en el rendimiento de este cultivo, así con la aplicación al suelo de este biorregulador se logra un incremento de 2.06 toneladas en el primer año de producción.

Chaney (2005), indica que el efecto del paclobutrazol sobre la producción se basa en la supresión de crecimiento vegetativo a través del bloqueo en la producción de giberelinas por la vía de los compuestos terpenoides. El mecanismo se basa en inhibir el alargamiento de las células, aunque estas no dejan de dividirse; el resultado son brotes con el mismo número de hojas y ramas comprimidas con una longitud más corta.

La acción de paclobutrazol ha sido mayoritariamente probada en cultivos frutales, y en este aspecto **(Sergent *et al.* 1997)** han probado que que aplicaciones de altas concentraciones de Paclobutrazol (10 y 15 g. i. a.) incrementan la cosecha de los árboles y que cuando los árboles son tratados con paclobutrazol, presentan cosechas regulares por dos ciclos de producción consecutivos.

Subhadrabandu (1999), cuando comparó la efectividad de paclobutrazol aplicado foliarmente y al suelo constató que el segundo método fue más efectivo para suprimir la elongación del brote; por su parte **(Sing y Ram, 2000), (Shinde *et al.* 2000), (Rowley, 1990), (Protacio *et al.* 2000)** y **(Zora *et al.* 1998),** coinciden en señalar que la aplicación de paclobutrazol al suelo es el método más eficiente para la absorción por la planta y por ende para reducir el crecimiento.

Moreira y Uguña (2011), al realizar la aplicación de 1,5 g de ingrediente activo de Paclobutraol sobre "ciruela" Spondias purpurea, observaron un incremento del 45% en la cantidad de frutos por árbol, en respuesta a la acción de este biorregulador.

2.10.2 Cianamida hidrogenada

En un estudio llevado a cabo por **(Miranda *et al.* 1997),** cuyo objetivo fue determinar el requerimiento de unidades frío (UF) y grados hora desarrollo (GHD) de varetas en condiciones controladas, así como evaluar el efecto de estimuladores de la brotación en árboles de manzano (Malus pumila Mill.) variedad. Agua Nueva II de cuatro años en condiciones de campo, el mayor porcentaje de brotación correspondió a 550 UF y 24 108 GHD, aunque sin diferencia significativa con los tratamientos de 450, 500 y 600 UF. La aspersión foliar de 20 mL de Dormex L-1 + 10 mL L-1 de citrolina propició aún más la brotación vegetativa. Dicha brotación en condiciones controladas y la del testigo sin aplicación de estimuladores en condiciones de campo, correlacionaron con la acumulación de calor (r= 0.88**).

Es un regulador de crecimiento, utilizado en los frutales indicados en el Cuadro de Instrucciones de Uso, para romper la dormancia y estimular la brotación de las yemas y/o floración.

Puede adelantar la brotación, el desarrollo vegetativo y la cosecha. Uniformiza la brotación y el desarrollo vegetativo, por lo tanto, facilita y mejora la eficiencia de las labores culturales y aplicaciones de productos fitosanitarios, considerando la diversidad climática, la época de aplicación se debe adaptar a las condiciones locales.

2.10.3 Anillado

Muñoz y Valenzuela (1996), describen que el anillado es una práctica muy antigua. Su uso se remonta al año 1776 cuando se utilizó para estimular la cuaja y adelantar la madurez de la fruta. Fue introducida a Grecia en 1833, para estimular la cuaja en la variedad Corinto Negra y en USA se inició en 1887 para aumentar el tamaño de las bayas, especialmente en variedades sin semilla. En Chile, esta es una técnica poco usada, ya sea por desconocimiento o bien por temor a dañar la planta. Esto ha restado posibilidades en la producción al no aprovechar las ventajas del anillado, principalmente en algunas de las variedades de vid destinadas a la ex-portación. El anillado consiste en la remoción de un anillo de corteza, no mayor a 3 mm de espesor, en cargadores, brazos o tronco con el objeto de impedir el descenso de los nutrientes elaborados por las hojas hacia las rafees, acumulándose sobre

el anillo por el período que demora la cicatrización de este. Normalmente el anillado debe hacerse en plantas que presenten un buen vigor y un estado sanitario óptimo, ya que esta práctica es debilitante para ella; puede hacerse todos los años siempre que se cumplan estas condiciones **(Muñoz y Valenzuela, 1996).**

Es aconsejable también, realizarla en el tronco, más que en los brazos o en los cargadores, porque es más fácil y rápido que en las otras estructuras de la planta **(Muñoz y Valenzuela, 1996).**

Esta reacción natural de acumulación en la zona superior de anillo favorece la generación de raíces en ese borde, por lo que es una práctica muy común cuando se hacen acodos en las ramas. Se han hecho múltiples estudios de las ventajas y desventajas del anillado en la productividad de los frutales, y los resultados son mixtos **(Muñoz y Valenzuela, 1996).**

Muñoz y Valenzuela (1996), describen que el anillado incrementa la cuaja: la mayoría de las variedades de vid cultivadas en Chile, tienen una buena cuaja. Sin embargo, hay algunas que presentan fallas debido a factores como: mala polinización, baja fertilidad del polen u otras causas. El anillado estaría corrigiendo este problema.

El anillado aumenta el tamaño de las bayas; en este aspecto tienen especial interés las variedades sin semilla, como por ejemplo Sultatina. Esta práctica complementa la acción del ácido giberélico **(Muñoz y Valenzuela, 1996).**

También adelanta la madurez del fruto**,** este es un efecto muy importan· te, especialmente por los mejores precios que se pueden obtener con la cosecha más temprana; tanto en variedades con o sin semilla **(Muñoz y Valenzuela, 1996).**

Disminuye el desgrane en postcosecha, lo cual es de gran importancia en uva en variedades sin semilla como por ejemplo Sultatina a la cual debe aplicarse ácido giberélico en forma regular para aumentar el tamaño de las bayas. Este regulador de crecimiento estimula el desgrane de postcosecha, siendo mayor en la medida que los racimos

se cosechan con una mayor madurez. El anillado disminuye este desgrane, problema muy serio para la exportación **(Muñoz y Valenzuela, 1996).**

De acuerdo a **Muñoz y Valenzuela (1996),** la época de efectuar el anillado depende del objetivo que se persiga. Es así como, si se desea corregir problemas de cuaja, el anillado deberá realizarse cuando la variedad en cuestión, se encuentre en plena floración. Cuando el anillado se realiza con el objeto de aumentar el tamaño de las bayas, como también para disminuir el desgrane, esta práctica deberá realizarse cuando las bayas tengan un diámetro entre 4 y 5 mm, período que generalmente coincide con la caída natural de las bayas (Shatter). Se puede comenzar antes de aplicar ácido giberélico, hasta una semana después. Esta época de realización del anillado, también puede producir un cierto adelanto de la madurez. Sin embargo, para adelantar madurez como también para mejorar el color en variedades coloreadas, la época más recomendable para realizarlo, es al inicio de la pinta, es decir, cuando empiezan a aparecer los pigmentos que le darán el color característico de la variedad que se trate.

Según IICA-CIRAD-CATIE (2008), en cacao la práctica del anillado ha estado supeditada a la multiplicación asexual, así, Bajo cacaoteros viejos y siembra de sombra permanente: eliminación total de la sombra permanente y siembra inmediata de la nueva sombra. Los árboles de cacao viejos se conservan para que a través del anillado se inducen a producir chupones, en los cuales se realizan los injertos, los cuales sustituirán a los mismos. En esta modalidad, una vez que los injertos comienzan a producir mazorcas, se efectúa la recepa del árbol madre.

Según **Powell y Ferree (2015)**, tradicionalmente el anillado se ha practicado en los árboles frutales durante siglos para aumentar el tamaño del fruto. En una circunstancia óptima, que rodea puede: (1) aumentar el tamaño del fruto (a veces de rendimiento); (2) promover la precocidad de la cosecha (por lo general el avance de la cosecha de tres a cinco días); (3) dar lugar a un menor número de cosechas (de cuatro a tres, o tres a dos); (4) aumentar el porcentaje de cultivos cosechados durante la

primera recolección; y (5) el aumento de color rojo en la piel (mejorada comerciabilidad)

Como lo indican **(Johnson y LaRue, 2015),** el anillado es aplicable a una amplia variedad de especies frutales a los que induce a incrementar sus rendimientos, a aumentar el tamaño de la fruta, y avanzar en la madurez frutales como manzanas, uvas, aceitunas, naranjas, pomelos y duraznos han respondido satisfactoriamente al anillado, sin embargo, existen numerosos ejemplos de falta de respuesta o incluso de los efectos negativos, por lo que esta práctica merece sus precauciones.

De acuerdo a **USA Forest Services (2015),** el anillado es el corte a través de la superficie exterior de la corteza lo suficiente como para bloquear completamente el cambium alrededor de toda la circunferencia de la rama anillada. El cambium contiene xilema y floema cuyas células transportan agua azúcares y otros nutrientes entre las raíces y el follaje. Cortando el cambium a través del anillado se restringe o impide el flujo de estos recursos.

Muñoz y Valenzuela. (1983), pudieron determinar que el anillado aumentó el grado de madurez de los racimos y el diámetro longitudinal de las bayas de uva. También hubo un leve aumento del peso de una baya, no teniendo efecto sobre el diámetro transversal de las bayas ni sobre la acidez.

De acuerdo a este mismo autor es interesante destacar que el anillado influyó en forma muy marcada sobre el porcentaje de racimos a cosechar. Asimismo, se constató en forma práctica la mayor firmeza de bayas en los racimos de plantas anilladas.

Por su parte **Cabeza y Rodríguez (2010),** el anillado de ramas productivas de naranja influyó significativamente en la producción total de fruta por planta e incremento el número de frutos retenidos en el árbol en un 38%.

Moyano *et al.* (2012), expresaron que el anillado permitió aumentar la carga de las plantas en duraznero, cosechando fruta de buen tamaño y con elevado contenido de Sólidos solubles totales (°Brix).

Meza (2015), determinó que los mayores pesos de racimos se observaron en brotes no anillados en vid, contrariamente, en el olivo se observó mayor peso en brotes anillados. Esto indica que en vid prevaleció la importación de asimilados durante el período de crecimiento de los frutos y en los brotes de olivo prevaleció la exportación de asimilados desde el brote a otros sumideros de la planta.

Por su parte **Moreira y Uguña (2011),** al estudiar el efecto del anillado sobre la floración y fructificación de la Guanábana *Annona muricata* en el área de influencia del trasvase Daule-Chongón-Santa Elena determinaron un incremento del 60 % en ramas primarias anilladas respecto a ramas primarias no anilladas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del estudio

La presente investigación se llevó a cabo en una plantación establecida de cacao, con plantas de cinco años de edad, ubicada en el Recinto Cerrito del Cantón Santa Lucia Provincia del Guayas.

3.2 Datos geográficos

De acuerdo a la **Prefectura del Guayas (2015),** el Cantón Santa Lucia a una altitud de 6 msnm; Cerca de la cabecera cantonal están las lomas de Santa Lucía, que son de poca altura. El río Daule atraviesa el territorio. Pasando por la cabecera cantonal, el río Perdido que es un pequeño afluente del Daule y riega una parte del cantón. El sitio del ensayo es un terreno de topografía plana en la Latitud 0º 7' 35.41" S y la longitud 78º 28' 34.04" O.

3.3 Datos climáticos

Con base en lo indicado **INAMHI, (2013),** la temperatura medio anual del sitio experimental es de 25 ºC, tiene una precipitación media anual entre 1500 y 2500 mm y una humedad relativa anual durante los meses secos de 76.6%.

3.4 Materiales, herramientas y equipos

Tijera de podar letreros, fundas plásticas, cavadora, machetes, recipientes, piola, navaja, cinta parafilm o strechfilm, balanza de precisión, cinta métrica, calibrador, cámara digital, equipo de computación, CDS, libreta de campo, bolígrafos, bomba de aspersión, bomba de riego, mangueras, pintura.

1/Fuente: http://www.mundivideo.com/coordenadas_chrome.htm (2014)

2/Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2013)

3.5 Cultivar

El material vegetal utilizado fue el CCN-51, que es un cacao clonado de origen ecuatoriano, el cual fue declarado mediante acuerdo ministerial del 22 de junio de 2005, un bien de alta productividad Con esta declaratoria, el Ministerio de Agricultura brinda apoyo para fomentar la producción de este cacao, así como su comercialización y exportación **ANECACAO (2015).**

En 1965 luego de varias investigaciones, el agrónomo ambateño Homero Castro Zurita, logró en 1965 el denominado cacao clonal CCN-51 que significa Colección Castro Naranjal.

Entre las principales características de este material es su tolerancia a las enfermedades, es altamente productivo y de calidad intermedia a cuanto su aroma, sus mazorcas son rojizas-moradas cuando tiernas y de color rojizo anaranjadas en su madurez comercial.

3.6 Tratamientos en estudio

En el Cuadro 1 se detallan los tratamientos estudiados:

Cuadro 1. Tratamientos aplicados en el estudio sobre uso de Biorreguladores y anillado sobre el rendimiento y calidad del fruto del cacao (***Theobroma cacao*** **L**.), Santa Lucia, Guayas, 2015.

Tratamientos	Producto	Aplicación
T 1	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa	
T 2	Cianamida Hidrogenada al 2%	
T 3	Anillado	50 %
T 4	Anillado	75 %
T 5	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa + Anillado	50 %
T 6	Cianamida Hidrogenada al 2% + Anillado	50 %
T 7	Testigo	Sin aplicación

3.7 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Experimental completamente al azar, cuyo esquema se puede apreciar en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Esquema del Análisis de Varianza (ANDEVA) utilizado en el estudio sobre uso de Biorreguladores y anillado sobre el rendimiento y calidad del fruto del cacao (***Theobroma cacao L***.). UG. 2015.

ANDEVA

Fuente de Varianza	**G L**
Total	27
Tratamiento	6
Error Experimental	21

3.7.1 Análisis funcional

Para comparar estadísticamente las medias aritméticas de los resultados se aplicó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

3.8 Características del área experimental

Número de tratamientos:	7
Número de unidades experimentales por parcela:	4
Número total de unidades experimentales del ensayo:	28
Distancia entre hileras:	2.5 m
Distancia entre plantas:	2.5 m
Superficie total del ensayo:	175 m^2

3.9 Manejo experimental del ensayo

A continuación se describen las características y la forma como fueron aplicados los tratamientos:

3.9.1 Paclobutrazol

Nombre químico: (2*RS,* 3*RS*)-1-(4-clorofenil)-4,4-dimetil-2-(1*H*-1, 2,4-triazol-1-il)-3- pentanol
Nombre común: paclobutrazol (ANSI, ISO).
Concentración: 25%
Códigos alfanuméricos: CA DPR Chem Code 2259. CAS 76738-62-0. CIPAC 445. PC Code 125601. PP 333.

El paclobutrazol fue aplicado al suelo en dosis de 1.5 cc de ingrediente activo (ia) por m de diámetro de copa, para lo cual se diluyó el volumen de biorregulador requerido en dos litros de agua, solución que fue aplicada distribuida en forma equitativa en los cuatro cuadrantes del árbol (medio litro por cuadrante) y en el tercio externo de la copa (zona de mayor concentración de raíces absorbentes, en un pequeño hoyo (5 cm de profundidad) previamente elaborado. Un requisito para la aplicación de este biorregulador fue que el suelo este en capacidad de campo para la adecuada absorción del producto. La evaluación del efecto del tratamiento se inició después de 45 días de la aplicación del mismo y se prolongó por seis meses.

3.9.2 Cianamida hidrogenada

Ingrediente activo: Cianamida hidrogenada
Grupo químico: Cianamidas
Concentración y formulación: 52 % p/v (520 g/l), equivalente a 49% p/p de Cianamida hidrogenada SL (Concentrado soluble)
Modo de acción: Contacto
Fabricante/Formulador: AlzChem AG. Alemania
Nombre comercial: DORMEX
Este biorregulador fue preparado a una concentración del 4% con base en su presentación comercial y se aplicó sobre la rama realizando un mojado sobre toda la superficie de esta con la ayuda de una esponja. Esta operación fue realizada en tres oportunidades a un intervalo bimensual.
La evaluación del efecto de este tratamiento se inició ocho días después de la aplicación del producto con una frecuencia de 10 días y se prolongó por 30 días después de cada aplicación.

3.9.3 Anillado

El anillado fue aplicado en dos intensidades:

3.9.3.1 Anillado al 50 %

Para la aplicación del anillado se seleccionaron árboles con cuatro ramas primarias, de las cuales se anillaron dos, dejando dos libres para la alimentación de la raíz. El anillado consistió en la elaboración de un anillo o canalete de un grosor y profundidad aproximados de 3 mm, mismo que abarcó toda la circunferencia de las ramas seleccionas.

3.9.3.2 Anillado al 75 %

Para la aplicación del anillado al 75% se seleccionaron árboles con cuatro ramas primarias, de las cuales se anillaron tres, dejando una rama libre para alimentar a la aproximados de 3 mm, mismo que abarcó toda la circunferencia de las ramas seleccionas raíz. Al igual que en el caso anterior grosor y profundidad el anillado consistió en la elaboración de un anillo o canalete de un grosor y profundidad aproximados de 3 mm, mismo que abarcó toda la circunferencia de las ramas seleccionas.

En ambos casos la evaluación del efecto de los tratamientos de anillado se inició quince días después de realizar esta práctica, en una frecuencia de 10 días por un periodo de 6 meses.

3.9.4 Aplicación de biorreguladores más anillado

En los tratamientos que combinaron estas dos prácticas se procedió a aplicar en forma conjunta los dos tratamientos descritos anteriormente; pero con un anillado solo al 50 %.

3.10 Manejo agronómico del ensayo

El manejo cultural del lote experimental, fue como sigue a continuación:

3.10.1 Riego

Se regó dos veces a la semana, a través del sistema de riego por inundación, en el proceso de riego se bloqueó la fuente de agua cuando el suelo debajo de la planta presentaba signos de saturación.

3.10.2 Fertilización

Se aplicó 150 g/planta de 50 urea + 50 cloruro de potasio + 50 de DAP cada tres meses por tres ocasiones. Con ello se suplió la demanda de N-P-K de acuerdo al análisis químico de suelo del área experimental.

3.10.3 Control de malezas

Se lo hizo con machete alrededor de la corona del árbol. Cabe indicar que las malezas fueron escasas debido al efecto de sombreado de la planta.

3.10.4 Manejo sanitario

Para controlar a los insectos plagas y enfermedades se aplicó el criterio de tomar acciones con base en la presencia insectos e intensidad del ataque y para el caso de enfermedades se hizo tratamientos preventivos alternando el uso de un fungicida protestante y uno sistémico.

Al inicio de la época de lluvia se aplicó el fungicida MANCOZEB en dosis de dos g por litro de agua. Posterior a eso y 10 días después se aplicó Benomyl (Benlate) en dosis de 1.5 g por litro de agua. En ambos casos la solución fue aplicada al follaje hasta llegar al punto de goteo de la hoja.

Ante la presencia de insectos plagas comedores de hojas se aplicó BASUDIN en dosis de 2cc por litro de agua.

3.11 Variables evaluadas

Previo a la aplicación de los tratamientos y con la finalidad obtener en las evaluaciones datos derivados exclusivamente del efecto de estos, se

despojó a cada de uno de los árboles experimentales de toda presencia de unidades reproductivas, ya sea estas, botones florales, flores y frutos.
Las variables evaluadas fueron las siguientes:

3.11.1 Número de flores por metro lineal de ramas

Se contó y registró el número de flores por m lineal de rama en cada una de las plantas que conformaron a cada uno de los tratamientos. Las secciones de ramas a evaluar fueron previamente seleccionadas y marcadas. Se tuvo como factor común para cada una de las ramas seleccionadas, que estas fueran uniformes en grosor y forma.

3.11.2 Número de frutos cuajados por árbol

Se contó y registró el número de frutos en cada planta por cada uno de los tratamientos; se sumó toda la producción registrada para obtener el número total de frutos cuajados/árbol correspondiente.

3.11.3 Número de frutos comerciales por árbol

Esta variable correspondió a los frutos que llegaron a madurez comercial en cada planta y durante todo el periodo de duración de la investigación de campo, misma que fue de ocho meses.

3.11.4 Variables de calidad física de los frutos

Para medir las variables de calidad física de los frutos se tomó de cada una de las planta 10 mazorcas al azar en estado de madurez comercial.

3.11.4.1 Peso de mazorca

Se obtuvo el peso en g de mazorca, usando para ello una balanza de precisión.

3.11.4.2 Longitud de mazorca

Se midió la longitud en cm de cada mazorca, desde su base de inserción al pedúnculo hasta su ápice utilizando un calibrador y se los expresará en cm.

3.11.4.3 Diámetro de mazorca

Se midió con un calibrador el grosor de cada mazorca, tomando como punto de medida la parte más ancha del fruto.

3.11.4.4 Número de almendras por mazorca

Se contó el número total de almendras por mazorca.

3.11.4.5 Peso de almendras frescas por mazorca

Con el uso de una balanza de precisión, se obtuvo el peso de almendras frescas por mazorca, esto es al momento de la cosecha.

3.11.4.6 Peso de almendra fresca

Como resultado de dividir el peso de almendras frescas por mazorca entre el número de almendras frescas por mazorca, se obtuvo el peso promedio de almendra fresca por mazorca.

3.11.4.7 Peso de almendras secas por mazorca

Para medir esta variable se expuso por tres días al sol el contenido de almendras de cada mazorca y se obtuvo al final de este proceso el peso seco o comercial de almendra por mazorca.

3.11.4.8 Rendimiento de almendras secas por árbol

Como producto de la multiplicación del número de mazorcas por planta por el peso de almendras secas por planta, se obtuvo el rendimiento en kg de almendras secas por planta.

3.12 Análisis económico

Se realizó un análisis económico para comparar los dos tratamientos más productivos del ensayo y el tratamiento testigo (del propietario de la finca).

IV. RESULTADOS

4.1 Número de flores por metro lineal de rama

En el Cuadro 3 se observa la respuesta del número de flores por m lineal de rama de cacao a los diferentes tratamientos aplicados. Se verifica que el tratamiento de anillado al 50% indujo la mayor producción de flores con 2952,0 unidades emergidas durante todo el periodo de la investigación (8meses); Le siguió el tratamiento correspondiente a 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa con 2629,3 flores. En oposición el tratamiento con Cianamida hidrogenada al 4% más anillado al 50% indujo la producción más baja de flores con 1052,3.

Cuadro 3. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015.

	Tratamientos	Nº de flores por m lineal de rama**
1	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa	2629.3 ab
2	Cianamida hidrogenada al 4%	1820.3 d
3	Anillado 50%	2952.0 a
4	Anillado 75%	1890.8 cd
5	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa + Anillado 50%	2766.3 ab
6	Cianamida hidrogenada al 4% + Anillado 50%	1052.3 e
7	Testigo (de la finca)	2390.5 bc
C.V. (%)	**15,82**	

* Significancia estadística al 95%,
** Significancia estadística al 99%,
NS: No diferente estadísticamente,

Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Ducan ≤ 0,05).

4.2 Número de frutos cuajados

En el Cuadro 4 se presentan los resultados en cuanto al número de frutos cuajados inicialmente en el proceso de desarrollo de la fructificación. Se observa que el tratamiento de anillado al 50% promovió la mayor cantidad de frutillos cuajados con 282,75 frutillos por árbol, seguido por el tratamiento con 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa más anillado al 50% con 214,75 frutos por árbol. La menor cantidad de frutillos por árbol los generó el tratamiento testigo con 51 unidades.

Cuadro 4. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015.

	Tratamientos	Nº frutos cuajados por árbol**
1	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa	154.75 bc
2	Cianamida hidrogenada al 4%	99.50 cd
3	Anillado 50%	282.75 a
4	Anillado 75%	109.25 cd
5	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa + Anillado 50%	214.75 ab
6	Cianamida hidrogenada al 4% + Anillado 50%	78.00 cd
7	Testigo (de la finca)	51.00 d
C.V. (%)	**34,21**	

* Significancia estadística al 95%,
** Significancia estadística al 99%,
NS: No diferente estadísticamente,

Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Ducan ≤ 0,05).

4.3 Número de frutos comerciales

En el Cuadro 5 se observan los valores correspondientes a número de frutos comerciales por árbol, es decir los frutos que luego de los procesos naturales de caída de frutillos, quedan en el árbol y pueden ser cosechados para su comercialización. Se observa que el tratamiento con 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa generó la mayor cantidad de frutos comerciales con 26 mazorcas por árbol, seguido por el tratamiento de anillado al 50% con 22,5 mazorcas. El tratamiento correspondiente al manejo del agricultor (sin uso de biorreguladores ni anillado) presento 8 frutos por árbol.

Cuadro 5. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015.

	Tratamientos	Nº de frutos comerciales por árbol**
1	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa	26.000 a
2	Cianamida Hidrogenada al 4%	12.250 b
3	Anillado 50%	22.500 a
4	Anillado 75%	12.250 b
5	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa + Anillado 50%	14.250 b
6	Cianamida Hidrogenada al 2% + Anillado 50%	14.750 b
7	Testigo (de la finca)	8.000
C.V. (%)	**16,43**	

* Significancia estadística al 95%,
** Significancia estadística al 99%,
NS: No diferente estadísticamente,

Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Ducan ≤ 0,05).

4.4 Peso de mazorca

El Cuadro 6 muestra los resultados correspondientes a peso de mazorca en g en el cual es posible observar que los árboles tratados con 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa y anillado al 50% promovieron los valores más altos en esta variable con 692 y 709 g respectivamente; en oposición, el tratamiento testigo generó el peso de mazorca más bajo (269 g).

Cuadro 6. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015.

	Tratamientos	Peso de mazorca (g)**
1	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa	692.00 a
2	Cianamida Hidrogenada al 4%	415.50 e
3	Anillado 50%	709.50 a
4	Anillado 75%	537.50 c
5	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa + Anillado 50%	590.50 b
6	Cianamida Hidrogenada al 2% + Anillado 50%	459.00 d
7	Testigo (de la finca)	269.00 f
C.V. (%)	**3,10**	

* Significancia estadística al 95%,
** Significancia estadística al 99%,
NS: No diferente estadísticamente,

Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Ducan ≤ 0,05).

4.5 Longitud de mazorca

En el Cuadro 7 se presentan los valores de longitud de mazorca en cm. En este se verifica que las mayores longitudes de fruto se generaron en los árboles tratados con anillado al 50% y 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa con 22,02 y 21,07 cm respectivamente. El valor más bajo de longitud de mazorca correspondió a los árboles sin tratamiento (Testigo) con 15,90 cm.

Cuadro 7. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015.

	Tratamientos	**Longitud de mazorca** cm**
1	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa	21.07 ab
2	Cianamida Hidrogenada al 4%	17.05 cd
3	Anillado 50%	22.02 a
4	Anillado 75%	17.62 c
5	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa + Anillado 50%	20.05 b
6	Cianamida Hidrogenada al 2% + Anillado 50%	17.60 c
7	Testigo (de la finca)	15.90 d
C.V. (%)	**4,98**	

* Significancia estadística al 95%,
** Significancia estadística al 99%,
NS: No diferente estadísticamente,

Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Ducan ≤ 0,05).

4.6 Diámetro de mazorca

En el Cuadro 8 se observa la respuesta de los árboles en diámetro de mazorca. Una vez más se visualiza que el tratamiento de los árboles con anillado al 50% promovió el mayor diámetro de mazorca con 8,98 cm seguido por los árboles tratados con 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa que generó mazorcas de 8,60 cm de diámetro. Esta vez, los tratamientos con anillado al 75% y testigo promovieron los diámetros más bajos de mazorca (6,34 y 6,65 cm en su orden).

Cuadro 8. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015.

	Tratamientos	**Diámetro de mazorca** cm**
1	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa	8.6000 ab
2	Cianamida Hidrogenada al 4%	6.7800 cd
3	Anillado 50%	8.9850 a
4	Anillado 75%	6.3400 d
5	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa + Anillado 50%	8.0000 b
6	Cianamida Hidrogenada al 2% + Anillado 50%	7.1800 c
7	Testigo (de la finca)	6.6500 cd
C.V. (%)	**6,63**	

* Significancia estadística al 95%,
** Significancia estadística al 99%,
NS: No diferente estadísticamente,

Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Ducan ≤ 0,05).

4.7 Número de almendras por mazorca

El número de almendras por mazorca en respuesta a la aplicación de los tratamientos puede observarse en el Cuadro 9. El mayor número de almendras por fruto se obtuvo en los árboles tratados con 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa con 54,05 y con este mismo tratamiento más anillado al 50% con 50 almendras por fruto. Una vez más el tratamiento testigo volvió a presentar el valor más bajo con 30,50 almendras por mazorca.

Cuadro 9. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015.

	Tratamientos	Número de almendras por mazorca**
1	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa	54.05 a
2	Cianamida Hidrogenada al 4%	34.45 d
3	Anillado 50%	48.95 b
4	Anillado 75%	41.00 c
5	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa + Anillado 50%	50.00 b
6	Cianamida Hidrogenada al 2% + Anillado 50%	36.20 d
7	Testigo (de la finca)	30.50 e
C.V. (%)	**6,36**	

* Significancia estadística al 95%,
** Significancia estadística al 99%,
NS: No diferente estadísticamente,

Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Ducan $\leq$ 0,05).

4.8 Peso de almendras frescas

El peso de almendras frescas por mazorca en respuesta a la aplicación de los diferentes tratamientos se observa en el Cuadro 10. En este se registra que el contenido de almendras por mazorca tuvo su mayor peso en los árboles tratados con anillado al 50% y 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa más anillado al 50% con 238 y 224,5 g respectivamente. Los árboles que no recibieron tratamientos (Testigo) presentaron el valor más bajo en esta variable con 120,50 g.

Cuadro 10. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015.

	Tratamientos	**Peso de almendras frescas por mazorca g.**
1	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa	215.50 b
2	Cianamida Hidrogenada al 4%	132.50 de
3	Anillado 50%	238.00 a
4	Anillado 75%	140.50 cd
5	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa + Anillado 50%	224.50 ab
6	Cianamida Hidrogenada al 2% + Anillado 50%	151.50 c
7	Testigo (de la finca)	120.50 e
C.V. (%)	**6,84**	

* Significancia estadística al 95%,
** Significancia estadística al 99%,
NS: No diferente estadísticamente,

Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Ducan ≤ 0,05).

4.9 Peso promedio de almendra

En el Cuadro 11 se presentan los resultados en cuanto al peso promedio de almendra fresca por árbol. El tratamiento de los árboles con anillado al 50% y 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa más anillado al 50% generaron los valores más altos en esta variable con 4,91 y 4,48 g por almendra. Los árboles tratados con anillado al 75% y Cianamida hidrogenada al 4% presentaron los valores más bajos con 3,42 y 3,85 g por almendra en su orden.

Cuadro 11. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015.

	Tratamientos	Peso de almendra fresca g.
1	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa	3.99 bcd
2	Cianamida Hidrogenada al 4%	3.85 cd
3	Anillado 50%	4.91 a
4	Anillado 75%	3.42 d
5	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa + Anillado 50%	4.48 ab
6	Cianamida Hidrogenada al 2% + Anillado 50%	4.22 bc
7	Testigo (de la finca)	3.95 bcd
C.V. (%)	**9,24**	

* Significancia estadística al 95%,
** Significancia estadística al 99%,
NS: No diferente estadísticamente,

Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Ducan ≤ 0,05).

4.10 Peso de almendras secas

Los valores correspondientes al peso de almendras secas por mazorca se presentan en el Cuadro 12. Los valores más altos se registraron en los tratamientos con la aplicación de 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa con 82 g de almendra seca por fruto y este mismo tratamiento más anillado al 50% con 80 g de almendra seca por mazorca. El tratamiento testigo presentó en esta variable el valor más bajo con 50 g de contenido de almendra seca por fruto.

Cuadro 12. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015.

	Tratamientos	Peso de almendras secas por mazorca g.
1	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa	82.00 a
2	Cianamida Hidrogenada al 4%	78.00 a
3	Anillado 50%	78.00 a
4	Anillado 75%	74.50 a
5	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa + Anillado 50%	80.00 a
6	Cianamida Hidrogenada al 2% + Anillado 50%	76.00 a
7	Testigo (de la finca)	50.00 b
C.V. (%)	**8,26**	

* Significancia estadística al 95%,
** Significancia estadística al 99%,
NS: No diferente estadísticamente,

Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Ducan ≤ 0,05).

4.11 Rendimiento en g de almendras

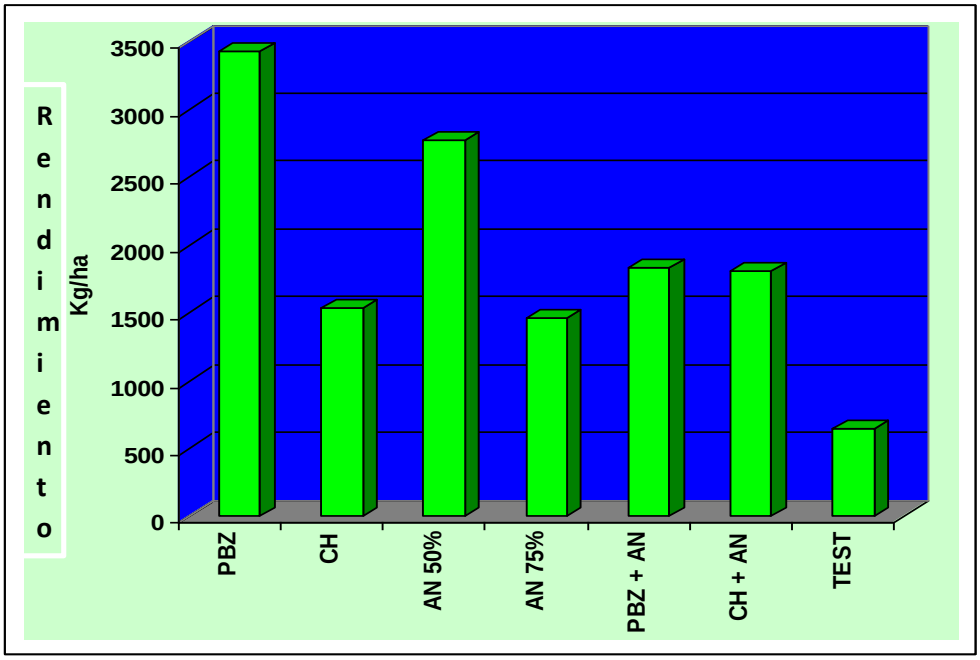
En el Cuadro 13 se observan los valores correspondientes a rendimiento en g de almendras secas por árbol en respuesta a la aplicación de los tratamientos. El tratamiento de los árboles con 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa y anillado al 50 % generaron los valores más altos con 2140 g y 1730 g de almendras secas por árbol; esto permite tener una producción de 3424 kg (76,09 qq) y 2768 kg (61 qq) de almendra seca por ha respectivamente (Graficas 1 y 2). El tratamiento testigo exhibió el valor más bajo en esta variable con 401 g de almendra seca por árbol, lo que traducido a producción por ha generó 641 kg o 14,26 quintales (Figuras 1 y 2).

Cuadro 13. Respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015.

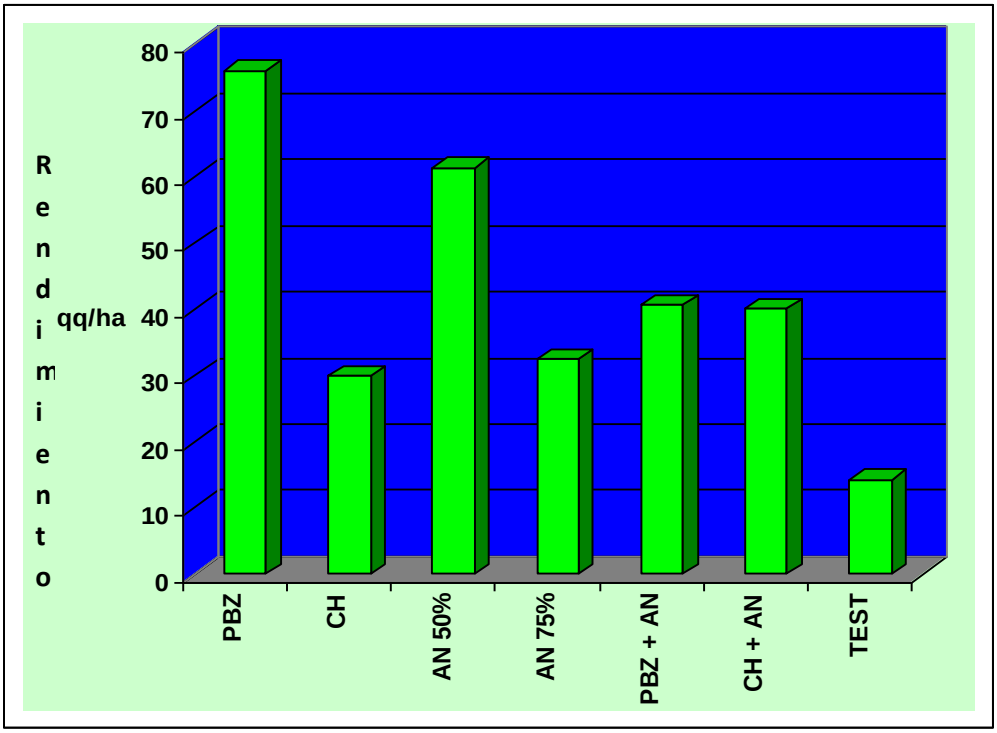
	Tratamientos	Rendimiento de almendras secas por árbol g
1	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa	2140.0 a
2	Cianamida Hidrogenada al 4%	957.5 c
3	Anillado 50%	1730.0 b
4	Anillado 75%	913.0 c
5	Paclobutrazol 1.5 CC ia/m de diámetro de copa + Anillado 50%	1144.0 c
6	Cianamida Hidrogenada al 2% + Anillado 50%	1128.0 c
7	Testigo (de la finca)	401.0 d
C.V. (%)	**19,71**	

* Significancia estadística al 95%,
** Significancia estadística al 99%,
NS: No diferente estadísticamente,

Valores señalados con la misma letra no difieren estadísticamente entre sí (Ducan $\leq 0,05$).



Gráfica 1. Rendimiento de almendra seca por ha en respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015.



Gráfica 2. Rendimiento quintales de almendra seca por ha en respuesta del cacao CCN-51 a la aplicación de biorreguladores y anillado en el Cantón Santa Lucia, Guayas. UG, 2015.

En el Cuadro 14 se presenta el análisis económico parcial en donde se compara el comportamiento económico de los dos mejores tratamientos (Aplicación al suelo de 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa y anillado al 50%) con el tratamiento correspondiente a la tecnología del productor donde se llevó a efecto la investigación.

Cuadro 14. Análisis económico de tres tecnologías en el cultivo de cacao bajo el método del CIMMYT (Harrington, 1982). UEG. 2015.

LABOR O ACTIVIDAD	Concepto		ANILLADO			PACLOBUTRAZOL			TESTIGO		
		Unidades	Cantidad	Costo	Total/ha	Cantidad	Costo	Total/ha	Cantidad	Costo	Total/ha
Fertilización	Abono Foliar (Estimufol)	Kg	0	5,64	0,00	0	5,64	0,00	0	5,64	0,00
	Muriato de potasio (45 kg)	Saco	2	39,80	79,60	2	39,80	79,60	2	39,80	79,60
	Urea (45 kg)	Saco	2	29,50	59,00	2	29,50	59,00	2	29,50	59,00
	DAP	Saco	0	39,86	0,00	0	39,86	0,00	0	39,86	0,00
	Aplicación Fertilizantes	Jornales	8	15,00	120,00	8	15,00	120,00	8	15,00	120,00
		Subtotal:			258,60			258,60			258,60
Control Fitosanitario	Chlorpyrifos	L	2	20,00	40,00	2	20,00	40,00	2	20,00	40,00
	Glifosato	L	2	6,45	12,90	2	6,45	12,90	2	6,45	12,90
	Aplicación	Jornales	6	15,00	90,00	6	15,00	90,00	6	15,00	90,00
		Subtotal:			142,90			142,90			142,90
Mantenimiento	Poda	Jornales	8	15,00	120,00	8	15,00	120,00	8	15,00	120,00
	Paclobutrazol	L	0	30,45	0,00	28,8	30,45	876,96	0	30,45	0,00
		Jornales				10	15,00	150,00			
	Anillado	Jornales	40	15,00	600,00	0	15,00	0,00	0	15,00	0,00
	Deshierbas	jornales	9	15,00	135,00	9	15,00	135,00	9	15,00	135,00
	Riegos	Jornales	12	15,00	180,00	12	15,00	180,00	12	15,00	180,00
	Combustible	Galón	12	1,48	17,76	12	1,48	17,76	12	1,48	17,76
		Subtotal:			1035,00			1461,96			435,00
Cosecha y beneficio		Jornales	51	15,00	765,00	76	15,00	1140,00	14	15,00	210,00
		Subtotal:			765,00			1140,00			210,00
		Subtotal:			0,00			0,00			0,00
Costos Directos			**TOTAL:**		**2201,50**	**TOTAL:**		**3003,46**	**TOTAL:**		**1046,50**
Rendimientos		Saco de 45 Kg	51	105,00	**5355,00**	76	105,00	**7980,00**	14	105,00	**1470,00**
Diferencia: Valor Rendimiento menos Costos Directos:					**3153,50**			**4976,54**			**423,50**
Tasa Marginal de retorno					**1,43%**			**1,66%**			**0,40%**

V. DISCUSIÓN

Con base en los resultados obtenidos y en cuanto a número de flores por m lineal de rama se verifica que el tratamiento de anillado al 50 % indujo la mayor producción de flores con 2952,0 unidades emergidas durante todo el periodo de la investigación, seguida por el tratamiento correspondiente a 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa con 2629,3 flores. Estos resultados confirman lo expuesto por **(Segent *et al.*1997),** quienes comprobaron que la aplicación de paclobutrazol al suelo en frutales incrementó notablemente la floración y cosecha. La Cianamida hidrogenada al presentar el valor más bajo en esta variable, confirma su pobre participación en los procesos de inducción, iniciación y diferenciación floral, que son los fenómenos fisiológicos por medio de los cuales se forman las flores; no obstante esta molécula es utilizada eficientemente para promover la apertura de yemas ya diferenciadas en frutales caducifolios.

En la variable número de frutos cuajados en el inicio del proceso de desarrollo de la fructificación, se observó que el tratamiento de anillado al 50% promovió la mayor cantidad de frutillos cuajados con 282,75 frutillos por árbol, seguido por el tratamiento con 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa más anillado al 50% con 214,75 frutos por árbol. El anillado al promover una alta concentración en los tejidos del floema de sustancias de reservas y no permitir su paso hacia la raíz se pone a disposición de las ramas beneficiarias con la consecuente expresión en incremento de la floración y fructificación **(USA Forest Services, 2015).** Esta respuesta sugiere que los tratamientos en mención indujeron a la mayor actividad en cuanto a división y elongación celular, procesos típicos en el desarrollo inicial del fruto **(Ryugo, 1993)**. La menor cantidad de frutillos por árbol los generó el tratamiento testigo con 51 unidades por árbol; esta respuesta y su marcada diferencia con los tratamientos anteriores respalda la efectiva influencia y acción de los primeros sobre los procesos reproductivos.

El número de frutos comerciales por árbol son el resultado de los frutos que quedan en el árbol luego de los procesos naturales de caída

de frutillos (debido a diferentes causas entre ellas hormonales, nutrimentales y climáticas **(Salisbury y Ross, 2000),** que quedan en el árbol y que logran alcanzar los estándares de calidad requeridos para su comercialización. En esta variable el tratamiento con 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa generó la mayor cantidad de frutos comerciales con 26 mazorcas por árbol, seguido por el tratamiento de anillado al 50% con 22,5 mazorcas.

Esta respuesta respalda lo expuesto por **(Cabeza y Rodríguez, 2010), (Powell y Ferree, 2015)** y **(Moreira y Uguña, 2011),** quienes lograron incrementar significativamente la producción con el uso de anillado en naranja, durazno y ciruela respectivamente. El tratamiento correspondiente al manejo del agricultor (sin uso de biorreguladores ni anillado) presento 8 frutos por árbol, el cual constituyó el valor más bajo entre todos los tratamientos, reafirmando el efecto de los primeros.

Las variables peso, longitud y diámetro de mazorca presentaron los valores más altos con los tratamientos de anillado al 50 % y la aplicación de 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa con 709 y 692 g respectivamente para peso; 22,02 y 21,07 cm respectivamente para longitud; 8,98 cm y 8,60 cm de diámetro para diámetro en su orden. En todos los casos el tratamiento testigo presentó los valores más bajos, ratificando el gran efecto de los tratamientos descritos.

Los resultados descritos concuerdan con lo publicado por **(Muñoz y Valenzuela, 1983), (Moyano *et al.* (2012)** y **(Johnson y LaRue, 2015),** quienes afirman que el anillado ha demostrado ser una práctica efectiva para incrementar el tamaño y calidad de los frutos, al haberlo estudiado en vides y durazno.

El mayor número de almendras por fruto se obtuvo en los árboles tratados con 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa con 54,05 y con este mismo tratamiento más anillado al 50% con 50 almendras por fruto; el tratamiento testigo presentó el valor más bajo con 30,50 almendras por mazorca. Estas diferencias de al menos el 40% con respecto a los tratamientos más efectivos, habla de la participación que tendrían tanto el anillado como el Paclobutrazol sobre

los mecanismos de división celular que es la responsable de la formación en términos cuantitativos de todos los órganos vegetales, como lo indican **(Salisbury y Ross, 2000)** y **(Ryugo, 1993).**

El mayor peso de las almendras por mazorca se observó nuevamente en los árboles tratados con anillado al 50% y 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa más anillado al 50% en esta variable, con 238 y 224,5 g respectivamente. Nótese nuevamente que la diferencia sobre el tratamiento testigo es de casi el doble, lo que permite deducir que la participación del anillado al promover un aumento en la concentración de sustancias de reservas, le permite al árbol por un lado, tener excelentes condiciones para que se produzca una mayor elongación celular en los tejidos del fruto y por otro lado, que las sustancias de reservas concentradas suplan también la demanda de alimento de los frutos, lo cual es un mecanismo suficientemente explicado por **(Salisbury y Ross, 2000)** y **(Ryugo, 1983).**

La acción del Paclobutrazol produce indirectamente el mismo efecto que el anillado, ya que al ser un inhibidor de giberelinas promueve el aumento de las concentraciones de sustancias de reservas alimenticias **(Chaney, 2005),** lo cual genera un gran aumento de las cosechas **(Sing y Ram, 2000).**

Como una relación directa a lo anterior, el peso promedio de almendra por mazorca también fue mayor en los tratamientos descritos con 4,91 y 4,48 g por almendra los árboles tratados con anillado al 50% y 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa respectivamente.

El peso de almendras secas por mazorca registraron los valores más altos con la aplicación de 1.5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa con 82 g de almendra seca por fruto y este mismo tratamiento más anillado al 50% con 80 g de almendra seca por mazorca, siendo el tratamiento testigo quien presentó el valor más bajo con 50 g de contenido de almendra seca por fruto.

Llevado a producción por ha (con una población de 1600 árboles por ha que es la densidad de cultivo de la finca donde se llevó a efecto el

estudio) se obtuvo un rendimiento de 3424 kg (76,08 qq por ha) y 2768 kg (61,51 qq por ha) para los tratamientos de 1,5 CC de ingrediente activo de Paclobutrazol por m de diámetro de copa y anillado al 50 % respectivamente (Grafica 1 y 2). El tratamiento testigo fue el que reportó la producción más baja con 641,6 kg (14,26 qq por ha).

Es interesante observar que el anillado al 75% no estuvo a la altura del anillado al 50%, por el contrario presentó valores bajos en todas las variables en estudio ; esto se explica por el hecho de que el anillado de alguna manera es una práctica traumática para el árbol (sin embargo manejada adecuadamente es recomendable) y según los resultados encontrados en este estudio, el anillar el 50% del árbol constituye el punto de equilibrio entre lo que puede retener la parte aérea en sustancias de reservas sin dejar de nutrir adecuadamente a las raíces; con esto, el anillar el 75% del árbol produce un desequilibrio al árbol provocándole serios trastornos a la nutrición de la raíz y con ello la pobre respuesta del árbol.

Al realizar el análisis económico se consideró a los dos tratamientos más rentables y se comparó frente al testigo es decir tomando como referencia la inversión real que hace el productor propietario de la finca donde se llevó a cabo el estudio. Se determinó que los tratamientos correspondientes a la aplicación de 1,5 g de ingrediente activo de paclobutrazol por diámetro de copa promovió el mayor beneficio neto por ha con 4976,54 dólares y una tasa interna de retorno de 1,66 %, y el tratamiento correspondiente a anillado al 50% el cual generó un ingreso neto por ha de 3153,50 y una tasa interna de retorno de 1,43% ; por su parte el tratamiento testigo, es decir del agricultor propietario de la finca donde se realizó el estudio, proporcionó un beneficio neto de 423,50 con una tasa interna de retorno de 0,40%.

Los cálculos de extrapolación a ha se efectuaron con base en una población de 1600 plantas por ha que tiene la finca y árboles de 4,5 años de edad. Además los costos directos del análisis económico se calcularon con base en el manejo agronómico que lleva el agricultor en la finca donde se llevó a cabo el estudio, mismo que consistió en la aplicación por ha de dos sacos de 45 kg de muriato de potasio y dos sacos de 45 kg de urea, fraccionado en dos partes; para ello utilizó ocho jornales.

Para realizar el control fitosanitario el productor aplicó un litro por ha de Clorpiryfos para controlar insectos comedores de hoja y lo realizó en dos ocasiones al año. También aplicó dos litros de glifosato por ha para eliminar sobre todo maleas escasas en las interhileras y áreas perimetrales; para este efecto empleó seis jornales.

Con la utilización de ocho jornales por ha realizó una poda de mantenimiento anual y además realizó tres deshierbas manuales al año y por ha, utilizando tres jornales por cada una de ellas.

La aplicación de Paclobutrazol por ha demandó el empleo por una sola ocasión de 10 jornales y el costo total del producto fue de 876,96 dólares, que se necesitó para comprar 28,8 litros requeridos en la ha a un precio unitario de 30,45 dólares por litro.

Por último, para realizar el anillado se empleó por una sola ocasión un total de 40 jornales por ha, a un costo por jornal de 15 dólares y total de 600 dólares.

Estos resultado confirman lo estudiado por varios autores quienes coinciden en afirmar que tanto el biorregulador Paclobutrazol y la práctica de anillado promueven la acumulación de sustancias en el árbol lo cual genera el aumento de las cosechas **(Moreira y Uguña, 2011; Shinde et al (2000); Rowley (1990); Protacio *et al.* (2000),** entre otros.

VI. CONCLUSIONES

Con base en los resultados se concluye lo siguiente:

El biorregulador Paclobutrazol incrementa significativamente la producción y calidad del cacao logrando superar en 1.26% la tasa de retorno marginal con relación al tratamiento del productor (Testigo).

El anillado al 50% incide marcadamente sobre el incremento de la producción y calidad del cacao pero proporciona una tasa de retorno marginal inferior en 0,23 % a la generada por Paclobutrazol, pero superior al tratamiento Testigo en 1,03 %.

El anillado al 75% incide negativamente sobre la respuesta del árbol en producción, probablemente a un efecto traumático sobre su fisiología.

El biorregulador Cianamida Hidrogenada no incide positivamente sobre los mecanismos reproductivos del árbol.

VII. RECOMENDACIONES

En función de los resultados se recomienda lo siguiente:

- ✓ Debido a la vocación eminentemente cacaotera del Ecuador y del peso que tiene este cultivo para la economía del País, se sugiere difundir estos resultados a nivel de productores, técnicos y estudiantes de ciencias agrícolas.

VIII. RESUMEN

Entre agosto del 2015 hasta febrero de 2016, se llevó a cabo un estudio sobre efecto de biorreguladores y anillado sobre el rendimiento y calidad del fruto del cacao (*Theobroma cacao l.*) en una plantación establecida de cacao, con plantas de cinco años de edad, ubicada en el Recinto Cerrito del Cantón Santa Lucia Provincia del Guayas, se utilizó el Diseño de Bloques completos al azar con cuatro repeticiones y siete tratamientos. El estudio se planteó como objetivos; evaluar el efecto del Paclobutrazol y Cianamida hidrogenada sobre el rendimiento y calidad del fruto del cacao, medir el efecto del anillado sobre el rendimiento y calidad del fruto en cacao y realizar un análisis económico del estudio.

Se tomaron datos en las siguientes variables: número de flores/m lineal de ramas, número de frutos cuajados/árbol, número de frutos comerciales/árbol, peso de mazorca (g), longitud de mazorca (cm), diámetro de mazorca, número de almendras /mazorca, peso de almendras frescas/ mazorca (g), peso de almendra fresca (g), peso de almendras secas por mazorca (g), rendimiento de almendras secas/árbol, análisis económico.

En la presente investigación se pudo determinar que el biorregulador Paclobutrazol incrementa significativamente la producción y calidad del cacao logrando superar en 1.26 % la tasa de retorno marginal con relación al tratamiento del productor (Testigo).

El anillado al 50 % incide marcadamente sobre el incremento de la producción y calidad del cacao pero proporciona una tasa de retorno marginal inferior en 0,23 % a la generada por Paclobutrazol, pero superior al tratamiento Testigo en 1,03 %.

El anillado al 75 % incide negativamente sobre la respuesta del árbol en producción, probablemente a un efecto traumático sobre su fisiología.

El biorregulador Cianamida Hidrogenada no incide positivamente sobre los mecanismos reproductivos del árbol.

Con base en lo expuesto se recomienda, debido a la vocación eminentemente cacaotera del Ecuador y del peso que tiene este cultivo

para la economía del País, se sugiere difundir estos resultados a nivel de productores, técnicos y estudiantes de ciencias agrícolas.

IX. SUMMARY

From August 2015 Until February 2016, it Conducted a study on the effect of bio and girdling on yield and fruit quality cocoa (Theobroma cacao l.) In a plantation established cocoa plants five years old, located in the Campus Cerrito Santa Lucia Canton Province of Guayas, the design of a randomized complete block with four replications and seven treatments were used. The study was as Proposed Objectives; ASSESS the effect of Paclobutrazol and hydrogen cyanamide on yield and fruit quality cocoa measure the effect of girdling on yield and fruit quality cocoa and an economic analysis of the study.

Data were collected on the following variables: number of flowers / linear m of branches, number of set / tree, number of commercial / tree fruits, ear weight (g), ear length (cm), ear diameter, number fruits almond / cob , almonds fresh weight / cob (g), fresh almond weight (g) of dry almond weight per ear (g), dried almonds performance / tree, economic analysis.

In this investigation it was determined to the biocontrol Paclobutrazol That Significantly Increases the quality of cocoa production and 1.26 % Exceed achieving the marginal rate of return relative to the treatment of producer (Witness).

Ringed 50 % falls sharply on increased production and quality of cocoa but lower marginal Provides a 0.23 % rate of return generated by the Paclobutrazol, but higher than the 1.03 % at monitoring treatment.

Ringed 75 % negative effect on the response of the tree in production, probably a traumatic effect on Their physiology.

Hydrogenated Cyanamide bioregulator no positive effect on the reproductive Mechanisms of the tree.

Based on the above it is recommended, due to the vocation of cocoa eminently Ecuador and the weight of esta crop for the country's economy, it is Suggested disseminate These results at the level of Producers, technicians and students of agricultural sciences.

X. LITERATURA CITADA

ANECACAO, 2015. Asociación Nacional de exportadores de cacao-Ecuador. Guayaquil. info@anecacao.com

Agroenzymas, 2009. Biorreguladores Vs Bioestimulantes: Usos y efectos de los compuestos a base de hormonas. (En línea). Consultado el 30 de agosto del 2010.Disponible en: http://www.agroenzymas.com.mx/esp/artman2/publish/tecnilasas/Biorreguladores_Vs_Bioestimulantes.php.

AGROSAD, 2014. Agroindustria y alimentos. www.agrosad.com.ec

Azcón, B. J. y Talón, M. 2008. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Interamericana-McGraw-Hill. Madrid, España. pp. 369-461.

Batista, L. 2009. Guía Técnica el Cultivo de Cacao en la República Dominicana. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF, 2009. 250pp.

Barros, N. 1981. Cacao. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá, CO, Ministerio de Agricultura. p. 286. (Manual de asistencia técnica no. 23.

Cabeza, M. y C.A. Rodríguez. 2010. Técnicas hortícolas para optimizar el tamaño y la calidad del fruto del naranjo (Citrus sinensis L.). Agronomía Colombiana 28(1), 55-62.

CASAFE, 2010. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. Fertilizantes. Argentina. Disponible en: http://www.casafe.org/usep/Fertilizantes.pdf Marzo

CORPOICA. 2009. Nuevas tecnologías para instalar viveros y producir clones de cacao. Colombia. Disponible en: www.corpoica.org.co

Chaney. W, 2005. A Paclobutrazol treatment can leave a tree more Stress tolerant. Advanstar Publication, 4 pp. http://www.sepro.com/documents/profile_article.pdf

CONABIO, 2004. Theobroma cacao. (En línea). www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/68-sterc03m.pdf. México D.F

Díaz, D. 2009. Función de los biorreguladores en el desarrollo del cultivo. Revista Productores de Hortalizas. México y Centroamérica. (En línea). Disponible en: http://www.hortalizas.com/pdhca/?storyid=1952

ECONEX, 20015. Feromonas y trampas, Sanidad agrícola. Disponible en: www.e-econex.com

ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERÍA, 2000. Editorial Océano, 720 –725 p.

Enríquez, Gabriel. 2004. Manual de Cacao Orgánico: guía para productores Ecuatorianos. Manual Nº 54. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Quito. 360 p.

FAO, 2009. Guía para el cálculo de comercialización-11-21. http://fao.org

Garzón, N. C. 2013. Análisis de la productividad, Competitividad y estrategias de posisicionamiento del cacao ecuatoriano en el mercado externo, 2000-2010. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.Tesis de Grado. 126 pp. Recuperado el 15 de marzo de 2015 de:http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5500/T-PUCE-5727.pdf?sequence=1

Guamán, C. 2007. Estudio de factibilidad para el cultivo de "cacao 51" en la parroquia Cristóbal Colon de la ciudad de Santo Domingo de los Colorados y su comercialización. Ecuador. Escuela Politécnica Nacional.

González, R. 2010. Hormonas vegetales. Recuperado el 10de marzo del 2013 en la página web: https://docs.google.com/document/d/1YCIzCSV6c1RhbsTiM52ogwCLUxCqZY4_-4mdSFinv7w/edit?pli=1

Hardy, F. 1961. Manual de Cacao. Edición en español. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica. 380 p.

Harrington, 1982. Ejercicios sobre el análisis económico de datos agronómicos. CIMMYT Institutional Multimedia Publications Repository. 74 pp.

Hernández, T. 1991. Principales Sistema de Producción de Cacao En la Amazonia Peruana. Programa de Promoción Agroindustrial y Desarrollo Rural. Alternativos. UNFDAC - PNUD/OSP - Tingo María. Editorial ISNB. Edición x. Perú. 87 p.

Hugher, Joaquín. 2007. Guía de las buenas prácticas del cultivo del cacao Orgánico. http://www.jardínmundoni.com.

IICA-CIRAD-CATIE. Gobierno del Estado de Chiapas. 2008. Plan de Manejo de Cacao. 26 pp. Recuperado el 12 de maro de: http://sedepas.chiapas.gob.mx/docs/publicaciones_SEDEPAS/Produccion_sustentable/Escuela%20de%20Promotores%20de%20Campo%20PLAN%20DE%20MANEJO%20DE%20CACAO.pdf

Izarra, W. y F. López. 2002. Manual de Observaciones fenológicas. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. 99 pp. Recuperado el 10 de marzo de 2016: http://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/manual_fenologico.pdf

Johnson R.S. y J. LaRue. 2015 Girdling tres 2 pp. http://ucanr.edu/sites/fruitreport/files/130445.pdf.

Kasram. 1994. Effect of paclobutrazol on growth and yield of cocoa high density plantings. Mardi Research Journal. 22(1): 35-41.

Larrea, M. INCCA. 2008. Instituto Nacional de Capacitación Campesina Manual de Producción y Manejo de Cacao Fino de Exportación. Napo – Orellana – Ecuador. Editorial GESOREN. Edición v. Editorial GESOREN. Edición II. 28 p.

Lema, H. 2001. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP). Manual del Cultivo y Manejo del Cacao Fino de Aroma en la Región de la Amazonia N°58. Editorial UMINASA S.A. Editorial III. Quevedo- Ecuador. Pág 45.

León, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. 3 ed. Editorial Agroamérica del IICA. San José, CR. 522 p.

Manual de cultivo de cacao. 2009. Para la Amazonía Ecuatoriana, manual Nº 76, Instituto Nacional de investigaciones Agropecuarias, Estación experimental central de la Amazonía, DENAREF Quito, 47 p.

MAGAP, 2006. s.f. Informativo público demostrativo sobre el cultivo de cacao (en línea). Disponible en: www.magap.gob.ec

Meza f. 2013. Relaciones fuente sumidero en brotes de vid y olivo Tesis de Grado. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. 36 pp.

Miguel W. J.; X. Romero y J. Romero. 2011. Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 22 PP. El Salvador.

MAGAP, 2010. Ministerio De Agricultura, Ganadería, Acuacultura Y Pesca. Proyecto: Calidad de los alimentos vinculada con el origen y las tradiciones en América Latina, "Diagnóstico de la cadena de valor del cacao en el Ecuador".

Ministerio de Agricultura. 2015. Condiciones Agroclimáticas del cultivo del cacao. Cartilla N° 13. 2pp. Perú. Recuperado el 10 de marzo de 2016 de: http://www.ruta.org/CDOCDeployment/documentos/condiciones_agroclimaticas_cacao.pdf.

Miranda J., A. Blanco E. Becerril.; A. Castillo y R. Vega. 1997. Requerimientos de frio y calor y estimulación de la brotación del manzano .agua nueva II. AGROCIENCIA Vol. 31, Núm. 1. 22 pp.

Montana. 2015. PACSOL Ficha Técnica. Versión 0.1. www.corpomontana.com. Disponible en http://www.corpmontana.com/images/upload/paginaweb/archivo/4/FT_PACZOL.pdf

Moreira R. y F. Uguña. 2011. Memoria Técnica Anual del Programa de Fruticultura. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 72 pp.

Moyano; P. Flores; S. Seta; A. Leone y C. Severin. 2012. Efecto de diferentes prácticas culturales sobre la producción, calidad y maduración de frutos de duraznero cv. Early Grande. Ciencias Agronómicas - Revista XVII - Año 11 - 2011 / 007 – 011. 11pp.

Muñoz I y J. Valenzuela. 1983. Anillado en Vides. IPA La Platina Nº 20.3 pp. http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR00631.pdf

Muñoz, I; Valenzuela, J. 1996. Anillado en vides, IPA la platina Nº 20, 30 p.

Prefectura del Guayas. 2015. Cantón Santa Lucia http://www.guayas.gob.ec/cantones/santa-lucia

Protacio C.; R. Cunjate; J.Quinto; G. Molinyawe; G. Paelmo. 2000. Regulation of flowering in 'Carabao' mango trees by paclobutrazol. Philippine. Journal of Corp Science. 25 (1): 14.

Powell A. and Ferree M. Girdling. 2015. University of Auburn. Department of Agriculture. 3pp. http://www.ent.uga.edu/peach/peachhbk/cultural/girdling.pdf

Quiroz, J y Agama, J. 2007. El Manejo del Cultivo del cacao. GTZ – ECORAE; 2002. Editorial PASQUEL. Edición I. – Marzo Quito Ecuador. 77 p.

Ryugo, K. 1993. Fruticultura: Ciencia y Arte. México, AGT. 460 p.

Rojas F. y E. Sacristán. 2013. Guía Ambiental para el Cacao. Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural. Federación Nacional de Cacaoteros. Segunda edición. 127 pp.

Rondón J y L. Cumaná. 2005 Revisión taxonómica del género Theobroma (sterculiaceae) en Venezuela. ACTA BOT. VENEZ. 28 (1): 113-133.

Rosero, J. 2009. La Ventaja Comparativa del Cacao Ecuatoriano. Guayaquil, EC. Dirección General de Estudios. p. 12

Rowley A. 1990. The effect of cultar applied as soil drench on Zill mango trees. Acta Horticulturae. Wageningen. International Society for Horticultural Science. 275: 211-215.

Salisbury, FB y Ross, CW. 2000. Fisiología de las plantas: Células agua, soluciones y superficies. Madrid. 305 p.

Sánchez F. M. J. Zambrano; J. Vera; R. Ramos1 Felipe Garcés Fiallos1, G. Vásconez M. 2014. Productividad de Clones de cacao tipo Nacional en una zona del bosque húmedo tropical de la provincia de Los Ríos, Ecuador. Ciencia y Tecnología 7(1): 33-41.

http://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2_V7%20N1%203Morante.pdf

Sarango, C. 2009. Efecto de tres niveles de Fertilización Química en el cultivo de cacao Theobroma cacao L, variedad ramilla ccn 51, parroquia San Jacinto del búa –Cantón Santo Domingo. Universidad de Loja. 183 p.

Segent, E., D. Ferrari and F. Leal. 1997. Effects of potassium nitrate and paclobutazol on flowering induction and yield of mango (Mangifera indica .L) c.v. Haden. Acta Hort. 455: 180-185.

Shinde A.; G. Waghmare; R. Wagh; M. Burondkar. 2000. Effect of dose and time of paclobutrazol application on flowering and yield of mango. Indian Journal of Plant Physiology. 5 (1): 82-84.

Singh D. S. Ram. 2000. Level of paclobutrazol residues in shoot and fruit of mango. Indian Journal of plant Physiology. 5 (2): 186-188.

Soria, N. 2014. Aplicación de Grados Día Desarrollo (GDD) en el crecimiento y desarrollo de flores y otros cultivos. Memorias del Segundo Simposio en Fisiología vegetal. Universidad San Francisco de Quito. 36 pp

Subhadrabandhu S.; K. Lamsub; I. Kata 1999. Effect of paclobutrazol application on growth of mango trees (Mangifera indica L) and retention of residues in leaves and soil. Japanese Journal of Tropical Agriculture. Japan. 43 (4): 249-253.

Tofiño A. H.; Romero, y D. Cabal. 2007. Aspectos Moleculares de la Inducción y el desarrollo floral. CORPOICA. Artículos científicos. 22pp.http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Aspectosmolecularesdela%20induccionyeldesarrollo%20floral.pdf

Torres. G. 2012. Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo ecológico. Universidad de Cuenca Facultad. Ciencias Agropecuarias. Cuenca. 141 p.

Urrutia, V. J. 2011. Cadena productiva del cacao "Arriba" de Ecuador. Universidad Andina Simón Bolivar de Ecuador. Taller: "Tomando en cuenta a los emprendedores rurales". 17 pp. http://www.uasb.edu.ec/UserFiles/381/File/VICENTE_URRUTIA.pdf

USA Forest Services 2015. Girdling tress in same native plants. http://soundnativeplants.com/wp-content/uploads/Girdling.pdf

USAID. 2008. Cultivo de Cacao. En armonía con el medio ambiente. Guía para el facilitador. Programa para el Desarrollo alternativo. 164 pp. Perú.

WIKIPEDIA (2014). https://es.wikipedia.org/wiki/Biorregulador

WORLD COCOA FOUNDATION, US (WCF). 2013. Cocoa Farming: Fast Facts (en línea). Virginia, US. Consultado en julio de 2013. Disponible en http://www.worldcocoafoundation.org/for-the-media/fast-facts.asp

Yánez, J. 2002. Nutrición y Regulación del crecimiento en hortalizas y frutales. Cohauila, México. (En línea). Disponible en:http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort02/Ponencia03.pdf

Zora S., W. Muller; F. Palesny; C. Verheyden; A. Webster. 1998. Effect of paclobutrazol on tree vigour flowering, fruti set and yield in mango. Acta Horticulturae. 525: 459-562.

ANEXOS

Cuadro 15. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del número de flores por metro lineal de rama en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Probabilidad
Total	27	13227220.96428570			
Tratamientos	6	10649600.21428570	1774933.36904762	14.46	0.0001*
Error	21	2577620.75000000	122743.84523810		

**** Significancia estadística al 99%**

Cuadro 16. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del número de frutos cuajados por árbol en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Probabilidad
Total	27	211248.85714286			
Tratamientos	6	162076.85714286	27012.80952381	11.54	0.0001*
Error	21	49172.00000000	2341.52380952		

**** Significancia estadística al 99%**

Cuadro 17. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del número de frutos comerciales por árbol en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Probabilidad
Total	27	1093.71428571			
Tratamientos	6	953.71428571	158.95238095	23.84	0.0001*
Error	21	140.00000000	6.66666667		

**** Significancia estadística al 99%**

Cuadro 18. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del peso de mazorca en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Probabilidad
Total	27	598617.71428571			
Tratamientos	6	593029.71428571	98838.28571429	371.44	0.0001*
Error	21	5588.00000000	266.09523810		

**** Significancia estadística al 99%**

Cuadro 19. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) de longitud de mazorca en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Probabilidad
Total	27	144.02678571			
Tratamientos	6	125.68428571	20.94738095	23.98	0.0001*
Error	21	18.34250000	0.87345238		

**** Significancia estadística al 99%**

Cuadro 20. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del diámetro de mazorca en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Probabilidad
Total	27	30.61170000			
Tratamientos	6	25.41580000	4.23596667	17.12	0.0001*
Error	21	5.19590000	0.24742381		

**** Significancia estadística al 99%**

Cuadro 21. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del número de almendras por mazorca en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Probabilidad
Total	27	2076.08428571			
Tratamientos	6	1924.83428571	320.80571429	44.54	0.0001*
Error	21	151.25000000	7.20238095		

**** Significancia estadística al 99%**

Cuadro 22. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del peso de almendras frescas por mazorca en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Probabilidad
Total	27	61313.71428571			
Tratamientos	6	58311.71428571	9718.61904762	67.99	0.0001*
Error	21	3002.00000000	142.95238095		

**** Significancia estadística al 99%**

Cuadro 23. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del peso de almendra fresca en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Probabilidad
Total	27	8.50620000			
Tratamientos	6	5.45840000	0.90973333	6.27	0.0007*
Error	21	3.04780000	0.14513333		

**** Significancia estadística al 99%**

Cuadro 24. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del peso de almendras secas por mazorca en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Probabilidad
Total	27	3635.85714286			
Tratamientos	6	2848.85714286	474.80952381	12.67	0.0001*
Error	21	787.00000000	37.47619048		

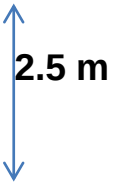
**** Significancia estadística al 99%**

Cuadro 25. Análisis de varianza estadística (ANDEVA) del rendimiento en kg de almendras secas por árbol en respuesta a la aplicación de biorreguladores y anillado en el cultivo del cacao CCN-51. UG. 2015.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Probabilidad
Total	27	8988731.85714286			
Tratamientos	6	7809480.85714286	1301580.14285714	23.18	0.0001*
Error	21	1179251.00000000	56154.80952381		

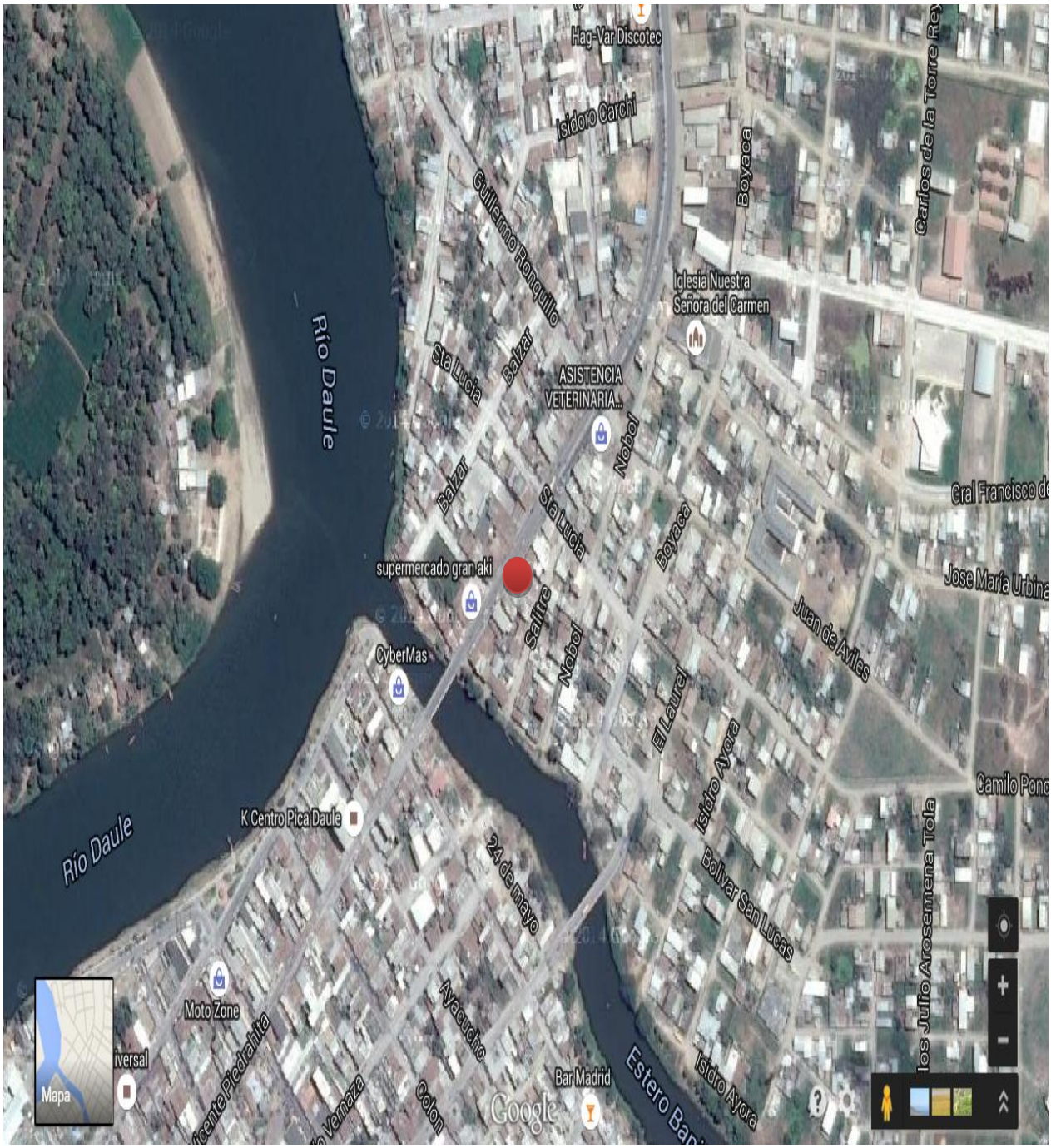
**** Significancia estadística al 99%**

Anexo 1. Distribución de los tratamientos. Recinto Cerrito del Cantón Santa Lucia Provincia del Guayas. 2015.

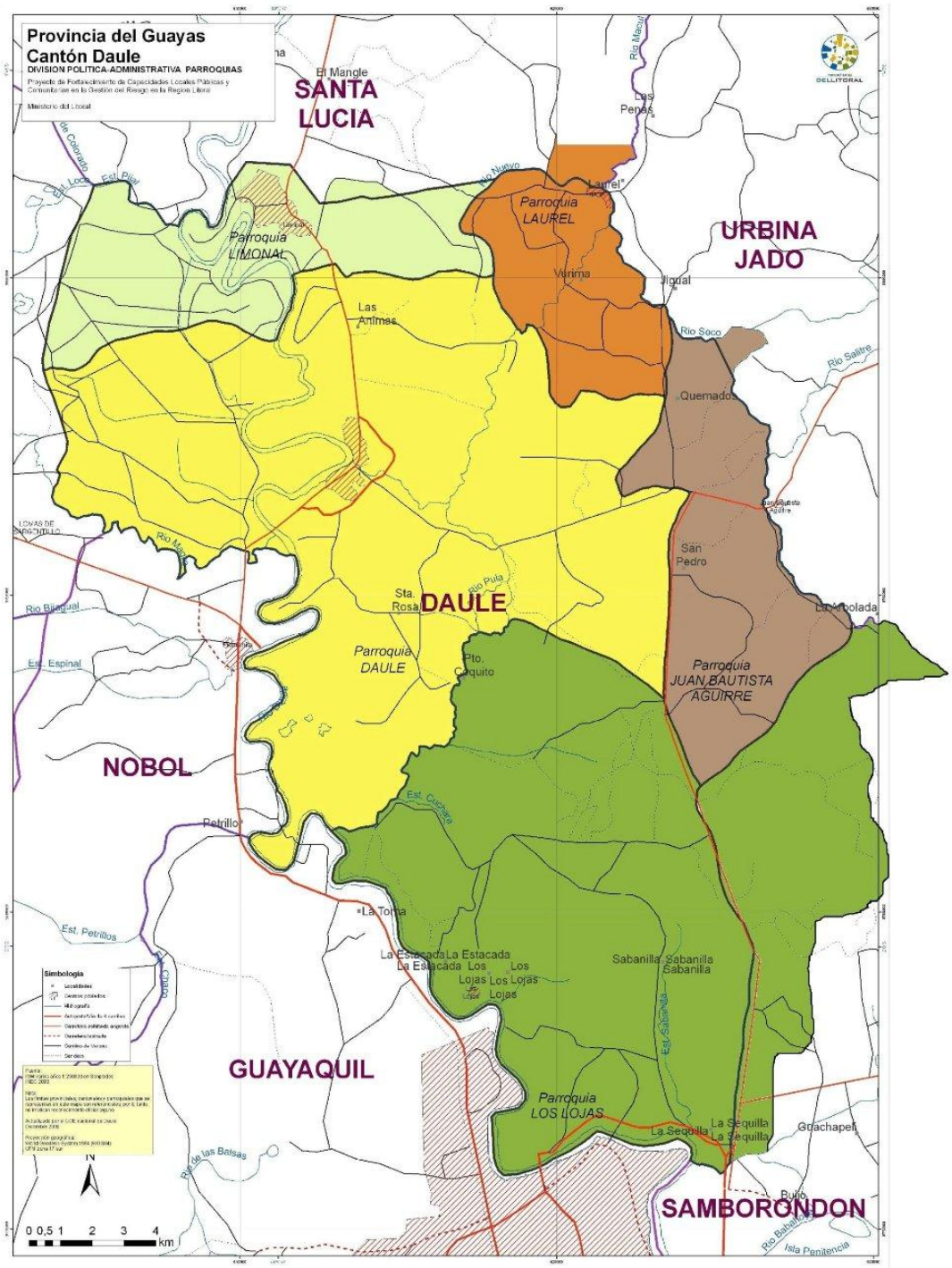


T 3 r 2	T 7 r 4	T 6 r 1	T 6 r 2	T 2 r 3	T 2 r 2	T 1 r 1
T 1 r 3	T 6 r 4	T 1 r 4	T 5 r 1	T 3 r 1	T 4 r 1	T 4 r 4
T 2 r 4	T 3 r 3	T 7 r 2	T 5 r 2	T 7 r 3	T 5 r 3	T 4 r 2
T 3 r 4	T 7 r 1	T 6 r 3	T 2 r 1	T 5 r 4	T 1 r 2	T 4 r 3

Anexo 2. Ubicación geográfica de la zona donde se realizó el estudio Santa Lucia 2015.



Anexo 3. Mapa de Santa Lucia



Figuras de Anexos

Figura 1. Selección de las plantas de cacao en estudio. UG, 2015

Figura 2. Rotulación de las plantas experimentales. UG, 2015

Figura 3. Aplicación del anillado o canalete de un grosor y profundidad aproximados de 3 mm por rama. UG, 2015

Figura 4. Aplicación de Cianamida hidrogenada a una concentración del 4 %. UG, 2015

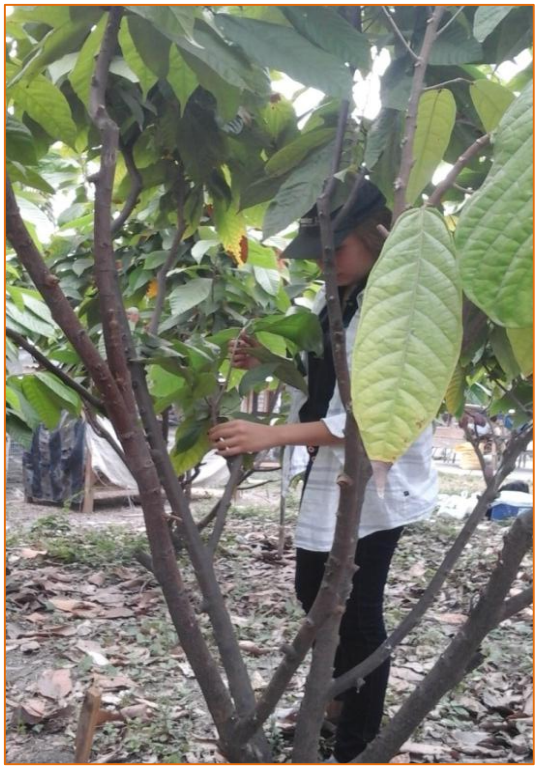


Figura 5. Conteo y control de la floración. UG, 2015

Figura 6. Toma de datos de las plantas en estudio. UG, 2015

Figura 7. Toma de frutos para la evaluación física de los tratamientos. UG, 2015.

Figura 8. Peso de almendras secas por mazorca en g. UG, 2015.

Figura 9. Peso de mazorca en g. UG, 2015.

Figura 10. Peso de almendras frescas por mazorca en g. UG, 2015

Figura 11. Visita de mi director de tesis Dr. Ing. Agr. Fulton López Bermúdez, UG, 2015.