

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO

TEMA

**“EVALUACIÓN DE TÉCNICAS Y SUSTANCIAS INDUCTORAS SOBRE LA
RETENCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS FLORALES Y PRODUCTIVAS DEL
GUANÁBANO (Annona muricata L.) EN UNA PLANTACIÓN DE SANTO
DOMINGO DE LOS COLORADOS”**

AUTOR

Sergio Esteban Cobos Marlés

INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

2009

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

SANTO DOMINGO

**“EVALUACIÓN DE TÉCNICAS Y SUSTANCIAS
INDUCTORAS SOBRE LA RETENCIÓN DE LAS
ESTRUCTURAS FLORALES Y PRODUCTIVAS DEL
GUANÁBANO (*Annona muricata L.*) EN UNA
PLANTACIÓN DE SANTO DOMINGO DE LOS
COLORADOS”**

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

ELABORADO POR:

SERGIO ESTEBAN COBOS MARLÉS

SANTO DOMINGO, Octubre 23 del 2009

**“EVALUACIÓN DE TÉCNICAS Y SUSTANCIAS INDUCTORAS SOBRE LA
RETENCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS FLORALES Y PRODUCTIVAS DEL
GUANÁBANO (*Annona muricata L.*) EN UNA PLANTACIÓN DE SANTO
DOMINGO DE LOS COLORADOS”**

SERGIO ESTEBAN COBOS MARLÉS

REVISADO Y APROBADO

.....
Mayo. René E. González Vilela
DIRECTOR DE CARRERA
INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

Ing. Vicente Anzules Toala
DIRECTOR

Ing. Patricio Vaca Pazmiño
CODIRECTOR

Ing. Milton Vinicio Uday Patiño
BIOMETRISTA

**Certifico que este trabajo fue presentado en original (en medio magnético) e
impreso en dos ejemplares**

.....
SECRETARIA ACADÉMICA

**“EVALUACIÓN DE TÉCNICAS Y SUSTANCIAS INDUCTORAS SOBRE LA
RETENCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS FLORALES Y PRODUCTIVAS DEL
GUANÁBANO (*Annona muricata L.*) EN UNA PLANTACIÓN DE SANTO
DOMINGO DE LOS COLORADOS”**

SERGIO ESTEBAN COBOS MARLÉS

**APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE
CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO**

	CALIFICACIÓN	FECHA
Ing. Vicente Anzules Toala	_____	_____
Ing. Patricio Vaca Pazmiño	_____	_____

**CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN
ESTA SECRETARIA**

SECRETARÍA ACADÉMICA

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO

C E R T I F I C A D O

Nosotros:

ING. VICENTE ANZULES TOALA
ING. PATRICIO VACA PAZMIÑO

CERTIFICAMOS

Que, el Proyecto de grado titulado ***“EVALUACIÓN DE TÉCNICAS Y SUSTANCIAS INDUCTORAS SOBRE LA RETENCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS FLORALES Y PRODUCTIVAS DEL GUANÁBANO (*Annona muricata* L.) EN UNA PLANTACIÓN DE SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS”***, ha sido revisado prolijamente y cumple con los requerimientos: teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la ESPE, por lo que nos permitimos acreditarlo y autorizar su entrega al Sr. Mayo. Esp. Ing. René González Vilela, en su calidad de Director de la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias Santo Domingo. El trabajo en mención consta de dos empastados y dos discos compactos.

Santo Domingo, 23 de octubre de 2009

ING. VICENTE ANZULES TOALA
DIRECTOR

ING. PATRICIO VACA PAZMIÑO
CODIRECTOR

**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

SERGIO ESTEBAN COBOS MARLÉS

DECLARO QUE:

La tesis de grado titulada ***“EVALUACIÓN DE TÉCNICAS Y SUSTANCIAS INDUCTORAS SOBRE LA RETENCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS FLORALES Y PRODUCTIVAS DEL GUANÁBANO (*Annona muricata* L.) EN UNA PLANTACIÓN DE SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS”***, se elaboró respetando los derechos intelectuales de terceros, conforme a las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de la tesis/proyecto de grado en mención.

Santo Domingo, 23 de octubre de 2009

SERGIO ESTEBAN COBOS MARLÉS

**CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO**

A U T O R I Z A C I Ó N

SERGIO ESTEBAN COBOS MARLÉS

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército, la publicación en la Biblioteca virtual de la Institución del proyecto de grado titulado ***“EVALUACIÓN DE TÉCNICAS Y SUSTANCIAS INDUCTORAS SOBRE LA RETENCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS FLORALES Y PRODUCTIVAS DEL GUANÁBANO (*Annona muricata* L.) EN UNA PLANTACIÓN DE SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS”***, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Santo Domingo, 23 de octubre de 2009

SERGIO ESTEBAN COBOS MARLÉS

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a mis padres y hermanos por su apoyo, confianza y amor, ya que gracias a sus consejos y palabras de aliento crecí como persona, para plantear mis objetivos en la vida y caminar hacia su cumplimiento. A mi padre una dedicatoria especial, por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado orientándome y aconsejándome en mi vida personal y en este proyecto en particular. A mi madre por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y amor. A mis hermanos Eliana y Andrés porque siempre me apoyaron y me brindaron aliento cuando más lo necesité.

Sergio Esteban Cobos Marlés

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ayudarme y cuidarme en todo momento y por hacer posible que yo culminara esta etapa de mi vida.

A la Escuela Politécnica del Ejército, en especial a la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias (IASA II), por forjar mis conocimientos y haber contribuido a mi desarrollo personal, haciendo de mí un líder con el suficiente carácter para enfrentar los obstáculos de la vida.

A mi padre Agustín, por ser mi inspirador en la escogencia del tema de este proyecto y porque con sus amplios conocimientos, experiencia y ayuda incondicional en todos los sentidos, contribuyó a que mi trabajo de tesis culminara con éxito, lo cual redundó en la ejecución de un proyecto de máximo interés para mí y en la adquisición de conocimientos importantes para mi futura vida como profesional.

A mi madre Betty, quien siempre estuvo junto a mí, lista a prestarme su ayuda incondicional y se desveló incontables noches con tal de darme un alivio y aliento para seguir adelante con mi proyecto.

A mi hermana Eliana, quien cuando se encontraba cerca de mí me brindó su valiosa e incondicional ayuda y ahora desde lejos y gracias a la tecnología, siempre se buscó formas para seguir apoyándome, para darme el empujoncito final que contribuyó en gran manera a la culminación del proyecto propuesto. Gracias “chinita”.

A mi hermano Andrés, quien no solamente ha sido mi hermano, sino también mi consejero y mi jefe, ayudándome a crecer como persona, a defenderme en la vida y a ser mi soporte cuando más lo he necesitado.

Al Sr. Ing. Vicente Anzules, Director de Tesis, quien siempre estuvo listo a ayudarme en la solución de las inquietudes e inconvenientes que se me presentaron en el camino durante la ejecución del proyecto, así como su apoyo totalmente

incondicional para que este trabajo fuera reconocido a nivel de Universidad, como tesis de “Iniciación Científica”.

A los señores Ingenieros. Patricio Vaca, Codirector de Tesis y Vinicio Uday, Biometrista, quienes me colaboraron para la correcta instalación y desarrollo de esta tesis.

Al “inge” JuanK (Ing. Juan Carlos Gallardo) quien se portó a la altura de un buen amigo, con el que compartí momentos muy agradables y fue un pilar muy importante para el desarrollo y culminación de mi tesis.

A mi “Pana Racer” Andrés Oviedo, mi “panamá”, mi “parce”, por estar siempre ahí cuando necesitaba su ayuda, ya fuera en las aventuras de chamos en el Parque Metropolitano o en algún lugar de la “Chirivuelta”.

A los doctores Leonardo Oviedo y Marcita Briones, mis “tíos” por ser mi apoyo constante en las buenas y en las malas y por ayudar a guiar mis pasos por el camino de la vida.

A mi socio “guanabanero”, Diego Garcés, quien me ha acompañado en las buenas y en las malas farras y también en el arduo trabajo de nuestro cultivo, que hace que esta tesis no se quede estancada sino que sea el motor que desarrolle en la práctica nuestras aspiraciones.

A mis nuevos “hermanos” “Osita” y “Doc” con los que actualmente comparto mi departamento, siempre comprensivos, atentos y colaboradores.

A mis amigos del “caballito de acero” “CICLO PUCE” con los que he pasado incontables aventuras, les agradezco por haberlos conocido, ya que ellos le han dado un sentido más a mi vida.

Sergio Esteban Cobos Marlés

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
2.1. GENERALIDADES SOBRE LA PLANTA DE GUANÁBANO	7
2.1.1. Taxonomía.....	7
2.1.2. Descripción botánica.....	7
2.2. BIOLOGÍA Y FISIOLÓGÍA FLORAL EN EL GUANÁBANO	8
2.2.1. Morfología floral.....	9
2.2.2. Desarrollo floral.....	9
2.2.3. Comportamiento sexual.....	10
2.3. DESARROLLO VEGETATIVO.....	11
2.3.1. Conceptos generales sobre la práctica de la poda en el Guanábano.....	13
2.3.2. Prácticas complementarias a la poda.....	16
2.4. DESARROLLO REPRODUCTIVO.....	17
2.4.1. Floración.....	18
2.4.2. Fructificación.....	20
2.5. PROMOTORES DEL PROCESO DE FLORACIÓN – FRUCTIFICACIÓN.....	21
2.5.1. Reguladores de crecimiento.....	21
2.5.2. Avances en el uso de inductores de floración.....	22
III. MATERIALES Y METODOS.....	23
3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN.....	23
3.1.1. Ubicación política.....	23
3.1.2. Ubicación geográfica.....	24
3.1.3. Ubicación ecológica.....	24
3.2. MATERIALES E INSUMOS.....	25
3.2.1. Materiales y equipos.....	25
3.2.2. Insumos.....	25
3.3. MÉTODOS.....	26
3.3.1. Diseño experimental.....	26
3.3.1.1. Factores a probar.....	26
3.3.1.2. Tratamientos a comparar.....	26
3.3.1.3. Tipo de diseño.....	27
3.3.1.4. Repeticiones o bloques.....	27
3.3.1.5. Características de las Unidades Experimentales.....	27
3.3.1.6. Croquis del diseño.....	27
3.3.2. Análisis estadístico.....	28
3.3.2.1. Esquema de análisis de varianza.....	28
3.3.2.2. Coeficiente de variación.....	28
3.3.2.3. Análisis funcional.....	29
3.3.3. Análisis económico.....	29
3.3.4. Variables a medir.....	29

3.3.5. Métodos específicos de manejo del experimento.....	30
3.3.5.1. Etapa de uniformización.....	30
3.3.5.2. Etapa de marcaje de unidades experimentales y estructuras florales.....	32
3.3.5.3. Aplicación de tratamientos.....	33
3.3.5.4. Etapa de toma de datos en los tratamientos.....	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1. VARIABLES ANALIZADAS EN EL PROCESO DE FLORACIÓN	36
4.1.1. Porcentaje de flores en estado de caída de pétalos (CP).....	37
4.1.2. Porcentaje de flores tabaco.....	38
4.1.3. Porcentaje de flores cuajadas.....	39
4.1.4. Porcentaje de frutos amarrados.....	40
4.2. VARIABLES ANALIZADAS EN EL PROCESO DE FRUCTIFICACIÓN.....	42
4.2.1. Porcentaje de frutos efectivos.....	43
4.2.2. Porcentaje de estructuras abortadas.....	44
4.2.3. Peso de frutos cosechados.....	45
4.2.4. Rendimiento de frutos por árbol.....	46
4.2.5. Porcentaje de frutos que fueron cosechados.....	48
4.3. EVALUACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS EN EL PROCESO DE FLORACIÓN – FRUCTIFICACIÓN.....	49
4.3.1. Soluciones nutritivas.....	49
4.3.2. Biorreguladores.....	50
4.3.3. Prácticas agronómicas.....	51
4.3.4. Costos y beneficios.....	52
V. CONCLUSIONES.....	59
VI. RECOMENDACIONES.....	61
VII. RESUMEN.....	62
VIII. SUMMARY.....	64
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	66
X. ANEXOS.....	70
XI. BIOGRAFÍA DEL AUTOR.....	84

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N°		Pág.
Cuadro 1.	Proceso de floración: Datos estadísticos transformados mediante el método del Arco - Seno.....	36
Cuadro 2.	Proceso de Fructificación: Datos estadísticos transformados mediante el método de Arco Seno.....	42
Cuadro 3.	Presupuestos parciales de cada tratamiento.....	54
Cuadro 4.	Tratamientos ordenados según beneficio neto.....	57
Cuadro 5.	Análisis marginal de tratamientos del experimento.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°		Pág.
Figura 1.	Mapa de ubicación política del lugar de estudio.....	23
Figura 2.	Mapa de ubicación geográfica del lugar de estudio..	24
Figura 3.	Croquis del diseño.....	27
Figura 4.	Porcentaje de flores que llegaron al estado de caída de pétalos.....	37
Figura 5.	Porcentaje de flores tabaco.....	38
Figura 6.	Porcentaje de flores cuajadas.....	40
Figura 7.	Porcentaje de frutos amarrados.....	41
Figura 8.	Porcentaje de frutos efectivos.....	43
Figura 9.	Porcentaje de estructuras abortadas.....	44
Figura 10.	Peso promedio de frutos.....	46
Figura 11.	Rendimiento (kg/árbol).....	47
Figura 12.	Porcentaje de frutos que fueron cosechados.....	48
Figura 13.	Curva de beneficios netos para el experimento.....	56

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N°		Pág.
Anexo 1.	Marcaje de árboles.....	70
Anexo 2.	Marcaje de estructuras florales.....	71
Anexo 3.	Flor abierta (Estado IV).....	72
Anexo 4.	Anillado en rama.....	73
Anexo 5.	Formato de toma de datos en campo para evaluar el experimento.....	74
Anexo 6.	Análisis de varianza variable porcentaje de flores en estado de caída de pétalos.....	75
Anexo 7.	Análisis de varianza variable número de flores abiertas.....	76
Anexo 8.	Análisis de varianza variable porcentaje flores cuajadas.....	77
Anexo 9.	Análisis de varianza variable porcentaje frutos amarrados.....	78
Anexo 10.	Análisis de varianza variable porcentaje frutos efectivos.....	79
Anexo 11.	Análisis de varianza variable porcentaje frutos o estructuras abortadas.....	80
Anexo 12.	Análisis de varianza variable peso promedio fruto (kg.).....	81
Anexo 13.	Análisis de varianza variable rendimiento (kg/planta).....	82
Anexo 14.	Análisis de varianza variable porcentaje de frutos cosechados.....	83

I. INTRODUCCIÓN

El Guanábano es una planta originaria de América Tropical. Fue llevado por los españoles al viejo mundo y de esta forma se diseminó en algunas regiones de países como Francia, Italia, Argelia, Egipto. Actualmente se cultiva en Australia y algunos países asiáticos. En América Latina se la encuentra en los países que tienen condiciones tropicales, principalmente en explotaciones caseras o tradicionales; sin embargo, en Costa Rica, Colombia, México y Brasil ya se trabaja con explotaciones comerciales y con cierto nivel de tecnificación.

En el Ecuador antes de la década del 90, la superficie sembrada correspondía solamente a árboles dispersos en potreros y linderos de fincas. En los últimos 15 años se han establecido algunas explotaciones de tipo comercial, las cuales están localizadas principalmente en las provincias del Guayas, el Oro y los Ríos, estimándose una superficie sembrada de 500 hectáreas (EL COMERCIO, Agromar 2007), en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y sus áreas de influencia; en cambio, según datos presentados por la Cámara de Agricultura de la Primera Zona y basados en el III Censo Nacional Agropecuario, existían 32 hectáreas plantadas, de las cuales ocho estaban en edad productiva y cosecha (INEC – MAG – SICA, 2000).

Cálculos y estimaciones realizadas por el autor, indican que actualmente en Santo Domingo de los Tsáchilas habrían alrededor de 180 hectáreas. La mayoría de estos árboles están plantados dentro de un sistema de producción tradicional, es decir, no están sembrados en hileras sino dispersos, no son fertilizados, no tienen control fitosanitario, y prácticas de manejo. Esta situación configura un sistema de producción típicamente tradicional y de baja productividad en donde uno de los principales factores es el bajo rendimiento por la baja conversión de flores en frutos.

Se estima que la producción promedio es de siete frutos por árbol por año, lo cuál da una producción aproximada de 3,6 ton/ha/año. Este rendimiento es aún menor,

si se toma en cuenta que existe normalmente un porcentaje de pérdidas que fluctúa entre 10 y 30 %, ocasionado por frutos malformados y por daños de plagas y enfermedades y es bajo si se le compara con el de sistemas productivos de tipo tradicional en otros países productores como Venezuela, 6,5 ton/ha; Colombia, 5,0 Ton/ha; Costa Rica, 9,5 ton/ha (Centro Agrícola de Quito, 1992).

En concordancia con lo afirmado por Casares, citado por Miranda, D. y Barreto J. (2000), en la baja producción y productividad también está inmerso el problema de la alta caída de estructuras florales y reproductivas (botones, flores, frutillos) que puede llegar a un 90% o más, dependiendo de las condiciones ambientales prevalecientes y de la incidencia de antracnosis. Esta situación estaría indicando la existencia de fallas en el inicio y desarrollo de la fase reproductiva del Guanábano.

De acuerdo a lo expuesto en los párrafos anteriores, en Santo Domingo el cultivo se caracteriza por su baja producción, la cual está influenciada principalmente por aspectos tales como: desconocimiento de la morfogénesis de la planta; de la fisiología de la floración; nutrición mineral deficitaria y problemas fitosanitarios.

Observaciones de campo y evaluaciones comparativas de los aspectos anteriores, han determinado que los más incidentes en la baja productividad son el desconocimiento de la fisiología de la floración y de la morfogénesis de la planta.

La morfogénesis entendida como el proceso de crecimiento que permite tener una planta adulta de Guanábano íntegra en su estructura y funcionamiento y que se realiza gracias a una continua división y crecimiento celular, que implica no solo exclusivamente el crecimiento, sino también la diferenciación en una gran cantidad de tipos de células que se especializan para desempeñar funciones específicas (Fuentes, J. 1988). El crecimiento se da, atravesando distintas fases tales como: crecimiento embrionario; crecimiento vegetativo o juvenil; maduración o reproducción y senescencia y muerte.

Observaciones de campo realizadas por el autor de esta investigación, permiten indicar que, las fases vegetativa y reproductiva del guanábano son particularmente importantes, ya que presentan situaciones especiales que repercuten en el rendimiento final del cultivo. Así por ejemplo, se reconoce la existencia de plantas con tendencia a permanecer mucho tiempo en fase juvenil, lo cual hace necesario acudir a la poda para que inicien la fase reproductiva. De otra parte, también se reconoce la existencia de plantas en fase reproductiva con niveles altos de producción de estructuras florales pero bajas en conversión final de frutos, situación que obliga a recurrir principalmente a la aplicación exógena de reguladores de crecimiento.

El desconocimiento de la fisiología de la floración parte del hecho cierto, de que la flor del Guanábano es hermafrodita y como tal, los órganos masculino y femenino se encuentran presentes en cada flor. A pesar de esta aparente ventaja para la fecundación se presenta el problema de la dicogamia o protoginia común en todas las anonáceas y que consiste en la falta de sincronización en la maduración de los dos órganos (Guzmán, F. 1981).

Otra situación que también es parte del problema es la que se presenta en algunos árboles con deficiente floración y en consecuencia una baja producción de estructuras reproductivas (botones florales y flores). Aún en el caso de que los árboles presenten buen nivel de floración se dan situaciones muy frecuentes de aborto de flores por falta de polinización o por ataque de antracnosis (Colletotrichum gloesporoides), así como también la de una alta abscisión de flores y frutos ocasionada por un bajo porcentaje de cuajamiento de flores y amarre de frutos (alta caída de erizos y frutos pequeños).

A pesar de todos los problemas que aquejan al Guanábano, la fruta de éste es muy conocida y apreciada. Tal como se mencionó anteriormente, en los últimos años se ha notado un crecimiento en la superficie de este cultivo, lo cual podría estar influenciado por:

- Crecimiento de la demanda interna y externa.
- Ingreso al mercado de exportación.
- Establecimiento de plantas agroindustriales para el procesamiento y elaboración de pulpas de frutas., ubicadas principalmente en Quito y Guayaquil.
- Mejoramiento de las condiciones de comercialización y de precios.

El creciente desarrollo del mercado de frutas tropicales en el país y en el mundo, ha activado el comercio de pulpas congeladas para jugos, batidos, helados, postres, etc. La pulpa del Guanábano está entre las más solicitadas y se presenta como un cultivo de gran importancia para la fruticultura regional por la demanda creciente de la fruta, tanto para el consumo al natural, como para el procesamiento.

El precio que alcanza esta fruta para el consumidor en el mercado nacional es elevado (USD 0,5 a USD 1 por kg de peso), sugiriendo que es una fruta para consumidores de medianos y altos ingresos.

Desde el punto de vista económico, el cultivo del Guanábano se presenta muy promisorio, ya que existe potencial para incrementar la baja productividad actual de 3,6 ton./ha/año. Comparativamente y a manera de ejemplo, se podrían citar los casos de Costa Rica y México en donde en 1983 el rendimiento promedio fue de 13,7 ton/ha/año y 5,7 ton/ha/año respectivamente (Baraona, M. 1989) y el de Colombia en 1991 fue de 5,0 ton/ha/año (Escobar, W. y Sánchez L. 1992). En la actualidad, algunas plantaciones comerciales de estos países han obtenido rendimientos entre 15 y 18 ton/ha/año.

Este desarrollo tecnológico podría lograrse a través de la selección de mejores cultivares y del ajuste y validación de prácticas de manejo que se han estudiado en países como Costa Rica, México, Brasil y Colombia, en donde existen mayores superficies sembradas y plantaciones comerciales con algún grado de tecnificación. Adicionalmente y tal como ha sucedido en algunos de estos países, el cultivo ha sido tomado en cuenta para planes de diversificación y desarrollo de

explotaciones de pequeños y medianos productores, porque permite generar ingresos muy superiores a los obtenidos con las actividades agrícolas tradicionales (Elizondo, R. 1989).

A nivel de país, la investigación sobre este cultivo es escasa y ante este hecho se realizó el presente estudio, que trabajó con algunas variables que inciden en el proceso de floración-fructificación para encontrar alternativas de mejoramiento de los actuales niveles de conversión de flores a frutos. Con los resultados logrados, se está contribuyendo a mejorar significativamente el bajo nivel de productividad actual.

Específicamente en este estudio, se evaluó el efecto de la combinación de algunas técnicas y sustancias inductoras de floración, sobre la producción y retención de estructuras florales en Guanábano, con el propósito de elevar la producción y productividad del cultivo.

Para el desarrollo de esta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar el efecto de la combinación de algunas técnicas y sustancias inductoras de floración, sobre la producción y retención de estructuras florales en Guanábano, con el propósito de elevar la producción y productividad del cultivo.

Hipótesis de trabajo

Como hipótesis de trabajo se planteó que el incremento de la producción y productividad del cultivo del Guanábano es posible mediante una intervención y manipulación del proceso de Floración-Fructificación a través de la aplicación de prácticas y sustancias que lo estimulen y favorezcan.

Objetivos específicos

- Aplicar tratamientos diseñados con base en prácticas de manejo (poda y rayado de ramas), soluciones nutritivas (nitrato de potasio y nitrato de amonio) y reguladores de crecimiento (ácido giberélico) en un huerto de Guanábano con bajo nivel de producción de frutos.
- Determinar el nivel de producción y de persistencia de estructuras florales y reproductivas como respuesta de la planta a los tratamientos aplicados.
- Evaluar la efectividad de las prácticas y sustancias utilizadas sobre la formación efectiva de frutos (cuaje y amarre).
- Analizar la factibilidad técnico-económica de incrementar la productividad actual del cultivo mediante la utilización de la información generada por este estudio.
- Identificar los principales elementos o componentes técnicos derivados de los resultados del estudio, que puedan servir como insumo en acciones de transferencia tecnológica a productores de guanábana.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES SOBRE LA PLANTA DE GUANÁBANO

2.1.1. Taxonomía

Según la literatura técnica (Escobar, W. y Sánchez L. 1992), la clasificación botánica se reporta de la siguiente manera:

Reino:	Vegetal
División:	Spermatophyta
Subdivisión:	Angiosperma
Clase:	Dicotiledónea
Orden:	Ranales
Familia:	Anonaceae
Género:	Annona
Especie:	muricata

En total el género *Annona* incluye más de 60 especies y junto con el Guanábano, las anonáceas de mayor valor hortícola son: Chirimoya (*Annona cherimola* M.), Anón (*Annona squamosa* L.), Anona Colorada (*Annona reticulata*), Soncoya (*Annona purpurea* M.), Guanábana cimarrona (*Annona montana* M.), Anón liso (*Annona glabra* L.) y el híbrido Atemoya (*A. squamosa* x *A. cherimola*).

2.1.2. Descripción botánica

El Guanábano es un árbol que llega a tener alturas que varían entre los 4 y los 10 metros, dependiendo principalmente de sus características genéticas, hábitat para su desarrollo y prácticas de manejo aplicadas. Presenta un solo tallo con ramificaciones simétricas y una copa que se desarrolla generalmente en forma cónica.

Las hojas son biseriadas, alternas, enteras de pecíolos cortos, de forma oblonga, coriáceas de color verde brillante por el haz y verde mate por el envés.

El sistema radicular es pivotante con un anclaje ramificado y fuerte. El sistema radicular absorbente es poco profundo y fibroso.

Las flores nacen a lo largo del tallo, en ramas o en forma solitaria (árboles jóvenes de 3 a 6 años de edad) y agrupadas (árboles de mayor edad) formando cojines florales en el tronco y ramas gruesas. Constituyen el mayor potencial productivo del árbol.

El fruto es una baya colectiva o sincarpio, de forma ovoide o elipsoide de color verde oscuro que está cubierto de espinas volteadas hacia el ápice. Existe mucha variabilidad en cuanto al tamaño y peso de los frutos, el cuál en general, fluctúa entre 1 y 8 kg dependiendo de las características genéticas del cultivar sembrado.

La cáscara es delgada y la pulpa es blanca o cremosa, jugosa, dulce, ácida o semiácida. Las semillas en la pulpa varían desde unas pocas hasta más de 200 por fruto, generalmente cada una dentro de un carpelo (Escobar, W. 1992 y Elizondo R., 1989).

2.2. BIOLOGÍA Y FISIOLOGÍA FLORAL EN EL GUANÁBANO

Se ha podido establecer que el conocimiento detallado de la flor (sus partes y su funcionamiento) son aspectos claves en el desarrollo del cultivo. A continuación se describen con un poco más de detalle algunas de sus características, dado además que el tema de esta tesis de grado está muy relacionado con ella.

2.2.1. Morfología floral

La flor del Guanábano es completa, hermafrodita e hipógina. Sus órganos se ordenan en la siguiente forma (Elizondo, R., 1.989): un cáliz con tres sépalos libres, pequeños, verdes y coriáceos; una corola con seis pétalos dispuestos en dos hileras, tres exteriores más grandes de forma acorazonada, coriáceos verdes por la cara externa y cremosos por dentro y tres interiores más delgados, de forma cóncava redondeada y de color amarillo-verdoso.

Tanto el cáliz como la corola ocupan la zona basal de un receptáculo carnoso, en donde se encuentra el androceo compuesto de numerosos estambres, los cuales en su parte superior presentan una zona ensanchada de tejido esponjoso, razón por la cual todos entre sí se muestran apretados formando un cuerpo compacto; el gineceo toma la forma de un cono redondeado que consta de muchos estigmas unidos cada uno a un ovario por medio de un estilo. Los estigmas son estructuras esponjosas y blanquecinas que producen una sustancia mucilaginosa cuando son receptivos. La parte baja del receptáculo carnoso está ocupada por el ovario el cual es súpero, pluricarpelar y uniovulado.

2.2.2. Desarrollo floral

Escobar W. y Sánchez L., 1992, manifiesta que inicialmente la yema floral tiene una forma redondeada, la cual se transforma posteriormente en un incipiente botón floral. El crecimiento de este botón no es uniforme, ya que en un comienzo este es muy lento, pero se acelera cuando el botón alcanza un diámetro de alrededor de los 15 mm. En este momento sólo se diferencian sépalos y pétalos aunque de manera rudimentaria. Posteriormente la flor continúa aumentando de tamaño hasta alcanzar un diámetro de entre 25 y 33 mm, después de lo

cual ocurre la antesis. El tiempo transcurrido en esta etapa fluctúa entre 60 y 90 días.

La antesis en el Guanábano sucede de manera sincronizada en varias etapas, a las cuales se les ha denominado Estados, que se numeran del I al IV dependiendo del grado de apertura de los pétalos externos, correspondiendo el Estado IV cuando la apertura floral finaliza (flor abierta), disminuye la viscosidad estigmática y ocurre la dehiscencia de las anteras. La antesis culmina con el desprendimiento de los pétalos, de los estambres y los estigmas, quedando solamente el cáliz, el receptáculo que sostiene y resguarda los ovarios, los estilos y el pedúnculo, a lo cual se le denomina flor desnuda o tabaco. A partir de este momento, si la flor ha sido fecundada, los ovarios se unen por sus bordes para formar una fruta llamada baya colectiva o sincarpio.

2.2.3. Comportamiento sexual

La receptividad floral se distingue por la secreción de un líquido viscoso sobre los estigmas de la flor. Este proceso se inicia con el comienzo de la apertura floral y persiste hasta la caída o desprendimiento de estos estigmas. Simultáneamente pero con un margen de atraso ocurre la maduración del órgano masculino, pues el conjunto de estambres se presenta como una masa apretada y la liberación o disponibilidad del polen solamente se produce en las siguientes 12 a 24 horas durante el desprendimiento de las estructuras de la flor. Esta falta de sincronización en la maduración de los dos órganos es lo que da origen al fenómeno conocido como dicogamia parcial de tipo protogínico de las anonáceas (Guzmán F., 1981; Escobar W. y Sánchez L. 1992, Villalta B., 1988, Viteri P., y Soria N., 2004).

En términos prácticos, esta disfunción sexual es la responsable de que alrededor de un 97% de las flores no sean fecundadas y por tanto en

un lapso de tiempo de 6 a 24 días, las flores se secan y caen. Este escaso nivel de fecundación y consiguiente cuajamiento de frutos, se debe al bajo porcentaje de polinización natural (Escobar W. y Sánchez L. 1992) y en donde la autopolinización está influida principalmente por la temperatura y la humedad relativa. Trabajos de varios investigadores citados por Villalta B., (1988), confirman que la polinización de la flor del Guanábano se da de manera cruzada y puede efectuarse por medio de insectos o manualmente. En el caso de polinización entomófila se menciona que un escarabajo del género *Cyclocephala* visita las flores durante la dehiscencia de las anteras y lleva en sus patas polen a otras flores. Sin embargo la presencia de este insecto no es común en todas las zonas productoras de Guanábano, por lo cual en base a estas y otras observaciones se plantea el interrogante con respecto a la existencia de dos tipos de Guanábano: unos que dependen de la polinización cruzada y otros que se autopolinizan cuando las condiciones ambientales son favorables (Elizondo R., 1989).

A continuación se exponen resúmenes bibliográficos de algunos tópicos que inciden de manera directa en el comportamiento del desarrollo vegetativo y del desarrollo reproductivo del Guanábano.

2.3. DESARROLLO VEGETATIVO

En el Guanábano así como en otras especies existen dos períodos de desarrollo bien marcados. El primero de ellos es el vegetativo en donde según Roldán, M. y Martínez Zapater (2000), tras la germinación de la semilla, el meristemo apical inicia el desarrollo de la parte aérea de la planta. Este desarrollo es consecuencia de la producción repetitiva de primordios de órganos y de células del tallo. Como consecuencia, se repiten estructuras similares que algunos autores han denominado fitómeros. Durante el desarrollo vegetativo, estos fitómeros están compuestos por un segmento del tallo o entrenudo y un nudo en el que se inserta una hoja con un meristemo

axilar. Este meristemo axilar tiene capacidad para generar una rama lateral con la misma estructura fitómerica.

Según Agustí, M. (2003), al período vegetativo se le denomina también como juvenilidad en el cual la planta crece exponencialmente, es incapaz de inducir el proceso floracional y desarrolla diversas estructuras morfológicas. Durante este periodo, los tallos presentan una elevada tasa de crecimiento, lo que se ha relacionado con una ausencia de competencia entre puntos de desarrollo; cuando éstos son numerosos la competencia por nutrientes aumenta y aparece una gradual pérdida de dominancia apical y de orientación geotrópica de los tallos que marcan el final del periodo juvenil o vegetativo.

El segundo periodo según Roldán, M. y Martínez Zapater (2000) se conoce con el nombre de floración y es la etapa de desarrollo con la que se inicia la fase reproductiva de la planta, en donde el desarrollo de la hoja se inhibe para dar lugar a una bráctea o desaparecer totalmente, y el meristemo axilar se transforma en un meristemo floral que se diferencia en una flor en lugar de una rama lateral. Mientras que el meristemo apical y los meristemas axilares suelen presentar un patrón de crecimiento indeterminado produciendo indefinidamente estructuras fitómeras, el meristemo floral es de crecimiento determinado y se agota con el desarrollo de la flor.

Agusti, M. (2003), afirma que las condiciones ambientales no solo determinan la época de brotación sino que son también responsables, en gran medida, de la intensidad y distribución de la floración. Es más, aspectos tales como las bajas temperaturas, insuficiencias hídricas y la luz, son algunos de los requisitos para que ésta tenga lugar. Los mecanismos receptor y efector de estos estímulos y su interacción con otros factores, exógenos y endógenos, son poco conocidos pero aún así es posible modificarlos en distintas direcciones, lo que ha ayudado a profundizar en su conocimiento.

En frutales perennes, principalmente mango, cítricos, guanábano, se ha mencionado la existencia de problemas que afectan de manera drástica la

productividad de los cultivos debido entre otros, a factores tales como poca o irregular fructificación y excesiva y prolongada frondosidad o desarrollo vegetativo. Cannell, M. y Huxley, P. (1983) han mencionado que se requiere aplicar procedimientos para balancear el crecimiento vegetativo y el reproductivo y que uno de ellos puede ser el de la poda para suprimir parte del follaje producido por el desarrollo vegetativo y estimular el desarrollo reproductivo.

2.3.1. Conceptos generales sobre la práctica de la poda en el Guanábano.

Gil – Albert, F. (1997), establece diferencias entre podar, dar forma y regular, e indica que la poda es el principal factor de intervención para regular la actividad vegetativa y reproductiva de una planta, permitiendo el establecimiento de un equilibrio entre las dos actividades de desarrollo.

Cannell, M. (1983) menciona que la poda altera la estructura y fisiología del árbol de tres maneras:

- La forma del árbol.
- La cantidad total de producción de materia seca por árbol.
- La distribución de la materia seca dentro del árbol.

Por su parte Rebour, H. (1969), afirma que demasiado a menudo la poda se presenta como la operación clave de la producción. Sin embargo, el conocimiento de la poda no puede adquirirse con la simple lectura de una exposición teórica, pero tampoco con una práctica que ignore las leyes de la fisiología del árbol.

La adquisición de las habilidades de la poda presenta algunas dificultades por cuanto no todos los árboles presentan necesidades similares. Sin embargo aquí resulta básico tomar en cuenta las

palabras de Hill, L. (1985) cuando comenta que al encarar un trabajo de poda se debe tener siempre una buena razón para efectuar cada corte, que en definitiva esto significa podar con un objetivo bien definido.

Al respecto, menciona que se pueden considerar varios tipos de razones por los cuales se recurre a la poda como son:

- Poda durante el trasplante
- Poda destinada a conducir la planta
- Poda destinada a controlar el tamaño de la planta.
- Poda destinada a mejorar la apariencia de la planta
- Poda destinada a mejorar la producción.
- Poda destinada a mejorar la sanidad de la planta.
- Poda destinada al rejuvenecimiento de las plantas.
- Poda destinada a inducir fructificación.
- Poda destinada a usos especiales.

La mayoría de los trabajos de poda se llevan a cabo mediante una combinación de varias de las razones anteriormente expuestas.

En concordancia con lo anterior, Bretaudeau, J. (1987), afirma que “la poda de los árboles frutales se realiza con el objeto de provocar o acelerar su entrada en producción; no se puede ejecutar con éxito si no se conocen previamente los hábitos naturales de fructificación propios de cada especie frutal. Este conocimiento es la base de todo razonamiento de poda”.

Borchert, citado por Huxley, P. (1983) menciona, que aunque el inicio de la floración en plantas herbáceas está directamente relacionado a una rata de crecimiento temprano en el número de hojas, en árboles perennes la extensión de la fase juvenil (desarrollo vegetativo), puede

ser indebidamente prolongada por prácticas tales como poda muy temprana o severa o un excesivo suministro de Nitrógeno.

Ramírez, F., citado por Miranda, D. y Barreto J. (2000), afirma que en Guanábano la práctica de la poda sin criterio técnico en muchas ocasiones ha ocasionado que se modifique inapropiadamente la arquitectura del árbol, ha influenciado procesos de inducción floral, pero también ha ocasionado estados de improductividad continua (prolongación de la fase juvenil del árbol) o de baja productividad.

Sobre este mismo aspecto Huxley, P. (1983) afirma que, en cuanto al tema de remoción de masa foliar, no se debe tener en cuenta solamente qué quitar o cuánto quitar. Un aspecto muy importante es el cuándo quitar. De esta forma la remoción de dominancia apical durante una fase de reposo puede, dependiendo de la especie y del tiempo, traer crecimiento renovado, aunque la remoción de hijuelos en un tiempo muy seco puede algunas veces resultar en un secamiento posterior de ramas. Se puede ver que las especies difieren considerablemente en su respuesta a este tratamiento, dependiendo del ambiente en que se encuentren. Se hace necesario hacer más investigación de campo.

Investigaciones encaminadas a evaluar el efecto de prácticas de manejo integrado (entre ellas poda) y reguladores de crecimiento (entre ellos GA3 y KNO₃), sobre la productividad del cultivo de Guanábano, encontraron que los tratamientos de poda más reguladores de crecimiento, sí tiene efectos positivos sobre la formación de flores, cuajamiento, amarre de frutos y nivel de producción. Sin embargo, manifiesta que se necesita hacer más investigaciones para precisar rangos de uso óptimo de productos, probar nuevos productos y clarificar los mecanismos de acción. (Miranda, D. y Barreto J. 2000).

2.3.2. Prácticas complementarias a la poda.

Recientemente se han venido haciendo investigaciones (especialmente en cítricos) y utilizando otras prácticas de manejo tales como el rayado y el anillado, que según lo expuesto por Gil – Albert, F. (1997), encajarían en la categoría de medidas encaminadas a regular el funcionamiento de la planta actuando en forma directa sobre ciertas partes de la planta (principalmente ramas), sin modificar el tipo, densidad y extensión de la vegetación vieja de los árboles.

De acuerdo con lo expuesto por Agustí, M. (2003), el rayado de ramas constituye una técnica consistente en la interrupción, por medios mecánicos, del transporte floemático con fines diversos según la especie y época de aplicación. Con ello se puede lograr reducir el vigor y favorecer la fructificación, inducir floración, incrementar el cuajado y aumentar el tamaño final del fruto. Operativamente consiste en hacer una incisión superficial más o menos de 1 mm en las ramas principales con una navaja recurvada.

El rayado de ramas provoca una acumulación de sustancias diversas por encima del mismo y según expresan, Zimmerman y Milburn citados por Agustí, M., (2003), se produce un desequilibrio temporal entre la copa y el sistema radicular que beneficia a la copa y dependiendo de la época en que se realice, afecta a la manifestación de uno u otro proceso de desarrollo, al modificar las relaciones fuente – sumidero de la planta. Manifiesta que su estímulo sobre la diferenciación floral parece relacionarse con las alteraciones que provoca en las hojas, las cuales pierden su efecto inhibitorio sobre la brotación de yemas.

El anillado es una práctica similar al rayado y consiste en la eliminación de un anillo completo de corteza del tronco o de ramas y

de anchura variable. Los objetivos que se persiguen son similares a los del rayado.

En la práctica del rayado y del anillado la época en que se lleven a cabo son factores decisivos así como la edad, estado fitosanitario del árbol y la práctica en sí misma.

2.4. DESARROLLO REPRODUCTIVO

Cannell, M. (1983) señala que la fructificación irregular es un rasgo común en muchas plantas frutales perennes, especialmente cuando envejecen y es un serio problema en algunas especies como mango, cítricos y manzano. Por supuesto también se ha observado este problema en el guanábano, tal como lo señalan Baraona, M. (1989) y Miranda, D. y Barreto J. (2000).

También hace énfasis en la necesidad de encontrar mecanismos para balancear la relación entre crecimiento vegetativo y crecimiento fructífero o reproductivo. Al respecto recomienda que la mejor solución es hacer selección de cultivares que tengan una fructificación regular, pero que en ausencia de esto se puede recurrir a la práctica de poda selectiva para obtener el balance requerido.

En términos generales se establece en este estudio, que el desarrollo reproductivo está directamente relacionado con el desenvolvimiento del proceso de floración – fructificación. Estas son las funciones que más se relacionan con la productividad del Guanábano. Resulta por tanto importante conocer, no solamente fenómenos asociados con su aparición y desenvolvimiento, sino también el impacto de aplicar sustancias y procedimientos que la estimulen.

Este proceso constituye en sí mismo una feno-fase (desarrollo floral y fructífero) que durante su evolución presenta una serie de estados fenológicos que se detallan a continuación:

ESTADO FENOLÓGICO A TRAVÉS DEL TIEMPO	MANIFESTACIÓN VISUAL
1. Dormancia de yemas	Ninguna
2. Inducción floral	Ninguna
3. Iniciación floral (Formación yemas)	Yema
4. Diferenciación floral (Desarrollo yema floral)	Botón floral
5. Desarrollo de la flor (Floración)	Flores
6. Antesis	Flor Estado IV
7. Polinización	Dehiscencia anteras
8. Fecundación	CuarTEAMIENTO ovario (Erizo)
9. Cuajamiento del fruto	Frutillo
10. Madurez del fruto	Fruto efectivo

Fuentes: Adaptado de Huxley, P. (1983); Gil, F. y A. Velarde (1980); Rodríguez, J. (1989).

2.4.1. Floración

El proceso de formación de yemas florales de tejidos adultos pasa por tres etapas: inducción, iniciación y diferenciación floral. La inducción floral se da como un estímulo probablemente de tipo hormonal, la cual parece ser estimulada a producirse en hojas y brotes de madurez adecuada. Osborne citado por Rodríguez, J. 1989, llama a esto presencia de “células blanco”. Los factores ambientales que parecen afectar más este proceso inicial de la floración son temperatura y humedad. Afirma que para la formación de yemas florales a partir de meristemas vegetativos básicamente se requiere de dos condiciones: 1) de un estado fisiológico adecuado del tejido, es decir de un tejido que posea las “células blanco” capaces de recibir el estímulo inductor y 2) de condiciones de inducción al cambio de un meristemo

vegetativo a reproductivo. Es necesario para la inducción floral, que los árboles hayan pasado la etapa “juvenil”.

La inducción floral parece ser regulada por una fitohormona. En algunos frutales esta sustancia parece ser el Etileno, ya que los trabajos realizados en piña y mango avalan esta hipótesis (Mosqueda, R. 1989).

La iniciación floral, es el primer sistema microscópico visible del proceso de la floración perceptible como una organización diferente del meristemo. (Rodríguez, J. 1989).

La diferenciación floral se inicia con la formación de sépalos, pétalos, estambres y pistilos en un proceso de duración variable que en el caso de frutales tropicales como el Guanábano es usualmente rápido (30 a 45 días). (Guzmán, F. 1981). La floración es una fase crítica en la obtención de una cosecha de Guanábana, ya que en ausencia de flores no hay posibilidad de que se formen frutos.

El inicio del desarrollo floral está relacionado con el período en que se detiene o reduce el crecimiento vegetativo y que es posible que las hojas maduras sean la fuente de compuestos hormonales estimulantes de la inducción – diferenciación, mientras que lo contrario ocurre con hojas jóvenes, cuyo efecto negativo sobre la formación de flores está comprobado. Mosqueda, R. (1989), manifiesta que parece más probable la hipótesis de un control hormonal de la floración por parte del fruto, sugiriendo que la floración no depende tanto de un estímulo positivo proveniente de las hojas, sino de un control negativo por parte de un inhibidor que mantiene los meristemas en estado vegetativo. Otros investigadores sostienen que una posibilidad es que la floración dependa del balance existente entre hormonas y metabolitos, más que de una sustancia específica.

2.4.2. Fructificación

Según manifiesta Fuentes, J. (1988), se suele definir el fruto como el ovario desarrollado y maduro, una vez que se ha verificado la fecundación de los óvulos y que la semilla es el óvulo fecundado y maduro. Por tanto, la formación del fruto es la consecuencia directa de la fecundación.

En el caso del Guanábano, es necesario tratar un tópico de gran importancia y es el que se denomina cuajado del fruto. Al respecto Agustí, M. (2003), dice que el proceso que determina el tránsito del ovario de la flor a fruto en desarrollo es lo que se denomina cuajado y que dicho tránsito exige la reiniciación del crecimiento del ovario detenido durante la antesis. Esto está regulado por una serie de factores, fundamentalmente de tipo endógeno. Si dicho crecimiento no se reinicia o una vez reiniciado cesa, el ovario se desprende y por tanto no hay cuajamiento ni tampoco formación de fruto.

El cuajado del fruto está influenciado por numerosos factores, unos de origen exógeno y otros endógenos. Entre los primeros están los factores climáticos y culturales y entre los segundos los genéticos, nutricionales y hormonales. Agustí, M. (2003), señala la importancia de estos dos últimos por su correlación e incidencia en el proceso de cuajado de los cítricos.

Con referencia a los factores hormonales agrega que en los frutos con semillas, su desarrollo depende de estas y parece por tanto que son las fitohormonas producidas por las semillas las que regulan el crecimiento del fruto. En síntesis y de acuerdo con sus investigaciones y observaciones manifiesta que la disponibilidad de carbohidratos y el contenido endógeno hormonal que regula aquella, son los factores decisivos del desarrollo del fruto y por tanto de la producción.

2.5. PROMOTORES DEL PROCESO FLORACIÓN – FRUCTIFICACION

2.5.1. Reguladores de crecimiento

Salisbury, F. y Ross, C. (2000), definen a las hormonas vegetales como aquel grupo de sustancias orgánicas que la planta sintetiza y que transporta a otras partes de la planta a muy bajas concentraciones, para promover determinadas respuestas fisiológicas. En este caso se las denomina fitohormonas, aunque hay otros autores que las denominan reguladores de crecimiento o biorreguladores y forman los 5 grandes grupos más conocidos. Uno de ellos y que se ha tomado en cuenta para este estudio es el de las giberelinas, siendo el Acido Giberélico (GA3) uno de los más conocidos y utilizados.

Parker, R. (2000), indica que las giberelinas son fitohormonas que estimulan la división celular, la elongación de las células o ambas a la vez. Aceleran la germinación de las semillas, el despertar de la latencia y la floración entre otras acciones. Sin embargo, en el caso de la floración su acción específica no se conoce completamente, hasta el punto de que algunos investigadores consideran que la iniciación de las flores es una mera consecuencia del rápido crecimiento causado por el ácido giberélico y no realmente un efecto directo de la hormona.

Con respecto a la acción del GA3, Agusti, M. (2003), señala que ésta fitohormona no trabaja promoviendo floración, sino promoviendo el desarrollo del ovario a través de un estímulo en el transporte de elementos minerales y fotoasimilados hacia él y que el Acido Giberélico y el Acido Abscísico actúan conjuntamente en el proceso de cuajado de los frutos.

2.5.2. Avances en el uso de inductores de floración

Además de los biorreguladores existen soluciones nutricionales que aún cuando no ejercen una acción similar a los bio reguladores, sin embargo son precursores químicos que intervienen en reacciones de síntesis de fitohormonas o en el transporte de minerales y fotoasimilados. Este es el caso del Nitrato de Potasio (KNO_3) y el Nitrato de Amonio (NH_4NO_3), en dónde el ión NO_3 está relacionado en forma directa con la síntesis endógena del Etileno como una respuesta al estrés causado por la elevación súbita de la concentración de nitratos según señalan Yu y Yang, citados por Mosqueda, R. (1989). A su vez la acción del ión K se da como activador de enzimas y transportador de fotoasimilados.

Uno de los primeros cultivos en los que se experimentó el KNO_3 fué el mango. En México, Barba y Covarrubias, citados por Mosqueda, R. (1989), reportaron que el producto era efectivo para estimular la emergencia de inflorescencias y el rendimiento de fruta con relación al testigo. El NH_4NO_3 ha sido de experimentación más reciente y según Kevin y Lovatt, citados por Mosqueda, R. (1989), en mango resultó más eficiente que el KNO_3 aún a menores concentraciones.

En Colombia, Miranda, D. y Barreto, J. (2000) desarrollaron una investigación en Guanábano para evaluar sustancias inductoras de floración en huertos con y sin disponibilidad de riego, encontrando que el mejor resultado fue el KNO_3 al 4% en botón floral y GA3 (5mg/l) a la caída de los pétalos, ya que fueron los tratamientos que presentaron mayor promedio de frutos cuajados por árbol. En la presente investigación y dentro de la lista de tratamientos se incluyó este resultado, con el fin de validarlo en el material genético y en las condiciones ambientales de Santo Domingo de los Tsáchilas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación Política

Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas

Cantón: Santo Domingo

Parroquia: Santo Domingo

Finca: El Chairá

Ubicación: km 31 Vía Santo Domingo – Quinindé

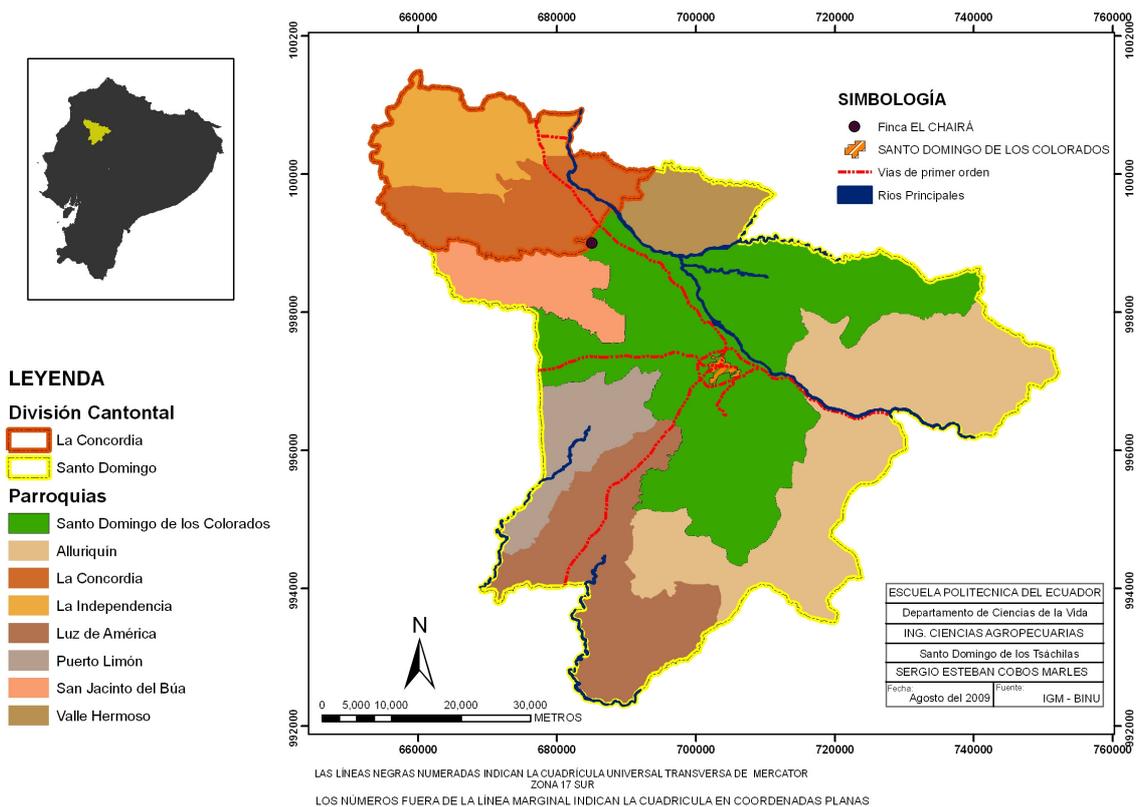


Figura 1. Mapa de ubicación política del lugar de estudio

3.1.2. Ubicación Geográfica

Coordenadas planas: UTM 685114,3 W - 9989948,8 S

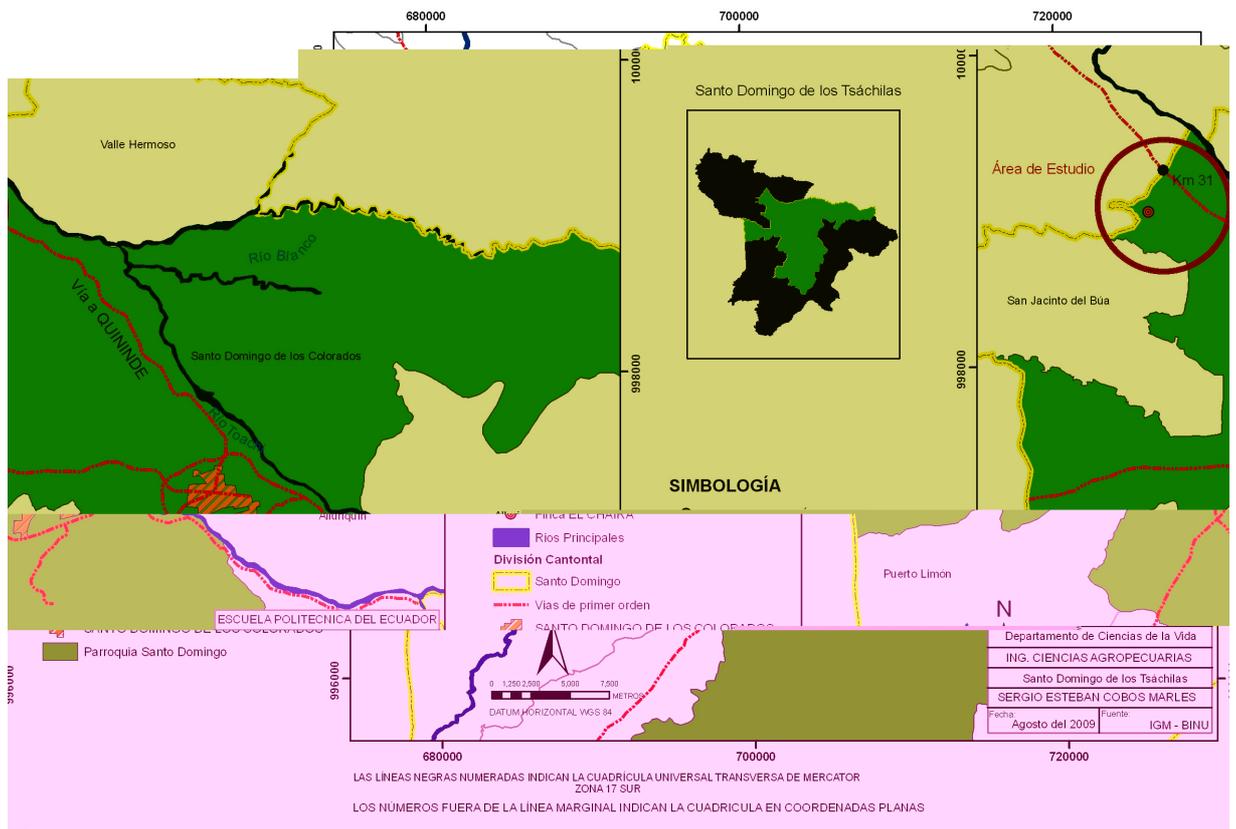


Figura 2. Mapa de ubicación geográfica del lugar de estudio.

3.1.3. Ubicación Ecológica

Zona de Vida:	Bosque Tropical
Altitud:	350 msnm
Temperatura:	24°C
Precipitación anual:	1700 mm
Tipo de suelo:	Franco – Arcilloso
pH del suelo:	5,36 (Ácido)
Topografía:	Ondulada
Materia Orgánica:	7,13 %

Pendiente:	5 %
Drenaje:	Bueno

3.2. MATERIALES E INSUMOS

Los materiales que se utilizaron para el desarrollo del trabajo de tesis fueron:

3.2.1. Materiales y equipos

- SERRUCHO y tijera de podar
- FUMIGADORA de motor y fumigadora manual
- ESCALERA pata de gallo
- MARBETES plásticos para identificación de árboles
- CINTA métrica
- COMPUTADORA de escritorio
- NAVAJA
- SUNCHOS plásticos para marcaje de estructuras florales.
- TAÍPE de color rojo para identificar estructuras florales.
- MARCADOR negro.
- CÁMARA Fotográfica.
- LIBRETA de campo
- MACHETE
- PINCEL
- BASE de Datos SQL

3.2.2. Insumos

- Insecticida: Látigo (Clorpirifos + Cipermetrina)
- Fungicidas: Benopac (Benomil)
- Biorregulador: Ryzup: Ácido Giberélico (GA3)
- Soluciones nutritivas: Nitrato de Potasio (KNO₃) y Nitrato de Amonio (NH₄NO₃).

- Fertilizantes químicos: Úrea, Durko (P-K), Cal Dolomita (Ca – Mg – Si), Microelementos (Mn – Fe – B).
- Fijador Agrícola: Nufilm

3.3. MÉTODOS

3.3.1. Diseño experimental.

3.3.1.1. Factores a probar

Soluciones nutritivas:

KNO₃: 2 % y 4 %

NH₄NO₃: 1 % y 2 %

Biorreguladores:

GA₃: 2,5 y 5 mg/l

Prácticas agronómicas:

Poda

Rayado de ramas

3.3.1.2. Tratamientos a comparar

T1: KNO₃ (2%) en BF + GA₃ (2.5 mg/l) a la CP + P

T2: KNO₃ (4%) en BF + GA₃ (5 mg/l) a la CP + P

T3: NH₄NO₃ (1%) en BF + GA₃ (2.5mg/l) a la CP + P

T4: NH₄NO₃ (2%) en BF + GA₃ (5mg/l) a la CP + P

T5: GA₃ (5 mg/l) a la CP + RR 20 dd CP + P

T6: RR 20 dd CP + P

T7: Poda

T8 : Testigo

BF: Botón floral CP: Caída de pétalos RR: Rayado de ramas P: Poda
dd: Días después

3.3.1.3. Tipo de diseño

Se empleó un diseño de Bloques completos al azar (BCA)

3.3.1.4. Repeticiones o bloques

Tres bloques o repeticiones

3.3.1.5. Características de las Unidades Experimentales

Los árboles que fueron evaluados están inmersos en una plantación con quince años de edad y que hace cinco años fue recepada y están sembrados a una distancia de 8m x 7m entre surcos y plantas respectivamente. El área total ocupada aproximada es de 1350 m², que es la correspondiente a los tres bloques conteniendo 24 árboles.

3.3.1.6. Croquis del diseño

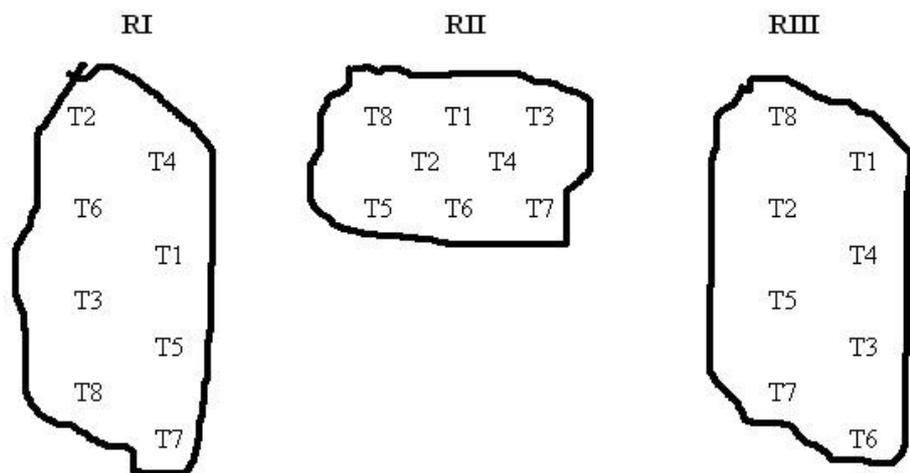


Figura 3. Croquis del diseño

3.3.2. Análisis Estadístico

Los datos fueron procesados en el programa estadístico INFOSTAT. Debido a que en cada unidad experimental se escogieron para evaluar diferente número de flores, los análisis de la variables se hicieron en porcentaje y a su vez estos porcentajes fueron convertidos con la fórmula Arco – Seno, ya que las medias de porcentaje entre tratamientos dentro de cada variable fue > 30 .

A continuación se presentan los principales aspectos que se consideraron en el análisis estadístico.

3.3.2.1. Esquema de análisis de varianza

El ADEVA del experimento fue el siguiente:

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques	$3-1 = 2$
Tratamientos	$8-1 = 7$
Error experimental	$23-9 = 14$
TOTAL	$24-1 = 23$

3.3.2.2. Coefficiente de variación

La fórmula que se empleó para calcular el coeficiente de variación del presente estudio fue:

$$CV = \frac{\sqrt{CMEE}}{\bar{X}} * 100$$

Donde:

CMEE = Cuadrado Medio del Error Experimental

\bar{X} = Media general

3.3.2.3. Análisis funcional

Como se explicó anteriormente, los análisis de las variables se hicieron en porcentaje y a éstos a su vez se les realizó una conversión con la fórmula Arco – Seno ya que presentaban una dispersión bastante amplia mayor a 30. Los porcentajes analizados se realizaron con Pruebas de Significación de Duncan al 0,05 %.

3.3.3. Análisis económico

El análisis económico utilizado fue el del presupuesto parcial propuesto por Perrín R., *et al.* (1976), en el que se comparan los resultados financieros de la tecnología de producción del testigo versus la tecnología de producción del mejor tratamiento.

3.3.4. Variables a medir

Las variables que se evaluaron durante el desarrollo del experimento fueron:

- Número total de estructuras florales presentes al momento de iniciar el trabajo.
- Número de estructuras florales que llegan a flor en Estado IV
- Número de flores a las que se les realizó polinización asistida y a las que se les hizo seguimiento.
- Número de flores en período de cuajamiento (Tabacos).
- Número de flores cuajadas (Erizos)
- Número de erizos amarrados (Frutillos)
- Número de frutillos efectivos (Frutos)
- Peso promedio por fruto
- Rendimiento de frutos por árbol

3.3.5. Métodos específicos de manejo del experimento

Siguiendo los lineamientos de Calzada, J. (1970), la unidad experimental estuvo constituida por una planta de Guanábano que para los fines del estudio se consideró era suficientemente representativa, ya que todas las plantas reunían similares características y a la vez contaban con la misma probabilidad de ser seleccionadas. Cada unidad experimental recibió uno de los tratamientos señalados. De acuerdo al número de tratamientos y repeticiones se escogieron 24 árboles con características similares tales como: Altura del árbol, Ancho de copa y Volumen foliar.

Para manejar de mejor manera el experimento se dividió en tres etapas:

- Etapa de uniformización
- Etapa de marcaje de unidades experimentales y estructuras florales.
- Etapa de aplicación de tratamientos.

3.3.5.1. Etapa de uniformización

Antes de iniciar con el experimento, se procedió a realizar la uniformización de las unidades experimentales en aspectos tales como:

- Fertilización química
- Control fitosanitario
- Control manual de malezas.

Fertilización química: Las fuentes de fertilización, cantidad y frecuencia de aplicación por planta fueron las siguientes:

UREA: 170 gr/planta/año
Frecuencia: 1ra: 85 gr/planta (Junio 2008)
2da: 85 gr/planta (Octubre 2008)

DURKO: 600 gr/planta/año
Frecuencia: 1ra: 400 gr/planta (Junio 2008)
2da: 200 gr/planta (Octubre 2008)

CAL DOLOMITA: 3000 gr/planta/año
Frecuencia: 1 sola aplicación (Junio 2008)

MICROELEMENTOS:

Mn: 80 gr/planta/año
Fe: 40 gr/planta/año
B: 30 gr/planta/año
Frecuencia: 1ra: 40 gr Mn + 20 gr Fe + 15 gr B (Junio 2008)
2da: 40 gr Mn + 20 gr Fe + 15 gr B (Octubre 2008)

Forma de aplicación: La aplicación de los fertilizantes se hizo en forma de media luna, hacia el interior de la gotera del árbol, incorporándolo en el suelo de 0,5 a 1 cm de profundidad, para una menor pérdida de nutrientes por volatilización.

Poda sanitaria: Consistió en eliminar ramas enfermas, muertas, plantas epífitas y parásitas. Después de cualquier corte se aplicó pasta cicatrizante.

Control Fitosanitario: El control fitosanitario que se utilizó fue una mezcla de un insecticida organofosforado + piretroide de nombre comercial Látigo EC y un fungicida, en este caso se utilizó Benopac (Benomil). Las dosis y frecuencias de aplicación se detallan a continuación. También se aplicó el adherente Nufilm.

Látigo EC 0,5 cc/litro de Agua + Benopac 1 gr/litro de Agua + Nufilm 0,5 cc/litro de Agua (Adherente).

Forma y Frecuencia de aplicación: Al inicio del experimento se aplicó en forma generalizada a todo el árbol, de tal manera que este quedara bien mojado. En la ejecución del experimento se realizó el control cada 30 días en forma localizada, es decir con bomba manual se asperjaba la solución preparada en cada estructura a evaluar, con el fin de prevenir cualquier ataque de plagas o enfermedades.

Control manual de malezas: El control de malezas que se realizó fue de tipo manual y la frecuencia de éste fue cada 45 días. Consistió en chapia y corona de 3 m de diámetro.

3.3.5.2. Etapa de marcaje de unidades experimentales y estructuras florales

a) Marcaje de unidades experimentales

Después de realizada la etapa de uniformización de los árboles escogidos se procedió a marcarlos, asignándoles de manera aleatoria un código que determinaba el tratamiento seleccionado a través del sorteo. Ej: Repetición 2 – Tratamiento 6. (Anexo 1)

b) Marcaje de estructuras florales

De cada unidad experimental se trató de escoger 20 flores en estado de botón floral de 35 mm de ancho, medida tomada en los hombros de la flor, siendo este estado el inicial para empezar el experimento. No en todos los árboles se pudo escoger el mismo número de flores ya que la floración en este estado no era

uniforme en todos los árboles. La numeración escogida fue del 1 al 20 conforme se fueran encontrando flores en el estado requerido (botón floral 35 mm de ancho).

La forma de marcar las flores escogidas fue colocándoles un suncho plástico alrededor del pedúnculo de la flor y en la parte sobrante del suncho se colocó cinta taipe de color marcándola con el número correspondiente. (Anexo 2). Todas las flores seleccionadas fueron polinizadas manualmente en estado de flor abierta o Estado IV (Anexo 3).

3.3.5.3. Aplicación de tratamientos

Se realizaron previamente disoluciones de acuerdo a las concentraciones ya establecidas en los tratamientos. En el caso del T1, T2, T3 y T4 se realizaron disoluciones para ser aplicadas en estado BF (botón floral) y se prepararon de la siguiente manera:

a) Nitrato de Potasio (KNO₃)

- Para preparar tres litros de Nitrato de Potasio al 2 % se midieron 60 cm³ de este elemento, 3,75 cm³ de Nufilm y se diluyeron en tres litros de agua.
- Para preparar tres litros de Nitrato de Potasio al 4 % se midieron 120 cm³ de este elemento; 3,75 cm³ de Nufilm y se diluyeron en tres litros de agua.

b) Nitrato de Amonio (NH₄(NO₃))

- Para preparar dos litros de Nitrato de Amonio al 1% se midieron 20 cm³ de este elemento; 2,50 cm³ de Nufilm y se diluyeron en dos litros de agua.

- Para preparar dos litros de Nitrato de Amonio al 2% se midieron 40 cm³ de este elemento, 2,50 cm³ de Nufilm y se diluyeron en dos litros de agua.

c) Acido Giberélico (GA3)

- Para preparar un litro de acido giberélico en una concentración de 5 mg/l se tomaron 15 unidades de Ryzup, y se diluyeron en un litro de agua.
- Para preparar un litro de acido giberélico en una concentración de 2,5 mg/L se tomaron 7,5 unidades de Ryzup, y se diluyeron en un litro de agua.

d) **Forma de aplicación de los tratamientos:**

Se los aplicó de manera localizada a las estructuras florales en el ciclo que determinaba el tratamiento ya sea CP (Caída de pétalos) o BF (Botón floral) con una bomba de mano (Anexo 2):

Todas las flores seleccionadas fueron polinizadas manualmente en estado de flor Abierta o Estado IV.

Para los tratamientos que consistían en la práctica del rayado y anillado se realizo una incisión de 3 mm de ancho en toda la circunferencia de la rama en la que se encontraba la estructura floral a evaluar. (Anexo 4).

3.3.5.4. Etapa de toma de datos en los tratamientos

Esta etapa consistió en realizar observaciones periódicas, inicialmente cada tercer día ya que la dinámica de los estados florales es muy rápida. Después y a partir del cuaje del fruto las revisiones se dieron cada 15 días.

El formato en el cual se tomó la información y que contenía los espacios correspondientes para llenar los datos sobre las diferentes variables y el estado en que se encontraban las estructuras florales se encuentra en el Anexo 1.

En cuanto al número de botones florales todos empezaron en igualdad de condiciones, es decir 20 botones que deberían producir 20 frutos. En la práctica se determinó que muchos de ellos y por diferentes causas, no llegaron a convertirse en frutos efectivos de tamaño comercial.

La totalidad de los botones florales llegaron al estado de flores abiertas o flores estado IV, por lo tanto el 100% de botones en todos los tratamientos llegaron a ser flores completas o con potencial de convertirse en frutos. En este estado y con el fin de eliminar o disminuir al máximo los efectos adversos de la dicogamia, se procedió a realizar en todos los tratamientos y en cada una de las flores la polinización asistida. Todos estos aspectos se reflejan en los datos obtenidos de los diferentes tratamientos y que serán presentados y discutidos en el capítulo siguiente.

La leyenda para poder llenar el formato fue establecida de la siguiente manera:

BF = Botón floral

FA = Flor Abierta o Estado IV

CP = Flor en caída de pétalos

C = Flor cuajada o erizo

F = Frutillo o fruto amarrado

Fe= Fruto efectivo

A= Estructura o fruto abortado

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 VARIABLES ANALIZADAS EN EL PROCESO DE FLORACIÓN.

El proceso de floración se inició con una serie de cambios, algunos de los cuales no fueron fácilmente observables como la inducción y diferenciación floral, tal como lo expresara Rodríguez, J. (1989); mientras que otros si lo fueron como la formación de yemas y desarrollo de botones florales, estados que culminaron con flores adultas que presentaron los cuatro estados de apertura floral mencionados por Escobar, W. y Sánchez, L. (1992) y que ocurrieron previo a la antesis.

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del ADEVA de las variables estudiadas.

Cuadro 1. Proceso de floración: Datos estadísticos transformados mediante el método del Arco – Seno.

Tratamiento	Porcentaje Flores caída de pétalos	Porcentaje Flores Tabaco	Porcentaje Flores cuajadas	Porcentaje Frutos amarrados
T1	73,70 ab	73,70 ab	60,20 c	57,63 c
T2	72,14 ab	72,14 ab	57,30 c	57,30 c
T3	81,59 b	81,59 b	41,75 abc	40,60 abc
T4	72,03 ab	72,03 ab	52,16 bc	52,16 bc
T5	75,26 ab	75,26 ab	49,57 abc	48,08 abc
T6	60,29 a	60,29 a	26,44 a	26,44 a
T7	62,72 ab	62,72 ab	39,22 abc	24,85 a
T8	60,13 a	60,13 a	30,10 ab	30,91 ab
PROMEDIO	69,73	69,73	44,69	42,25
% CV	14,63	14,63	28,75	29,54
Duncan 1%	NS	NS	NS	NS
Duncan 5%	NS	NS	NS	*

4.1.1 Porcentaje de flores en estado de caída de pétalos (CP)

De acuerdo con el ADEVA, no hubo diferencias estadísticas entre repeticiones ni entre tratamientos. El coeficiente de variación fue de 14,63 %. Las diferencias entre tratamientos son numéricas. De acuerdo con Duncan las medias de los tratamientos tienen dos rangos, mostrando que T3, T5 y T1 presentan el mayor porcentaje en cuanto a la caída de pétalos. El tratamiento T3 que corresponde a NH₄NO₃ al 1% + GA3 al 2,5 mg/l más poda, presentó 81,59 %; mientras que el T6 (Rayado de ramas a los 20 días de Caída de Pétalos) y T8 (Testigo), presentaron el menor porcentaje de 60,29 y 60,13 % respectivamente. (Cuadro 1, Figura 4 y Anexo 6)

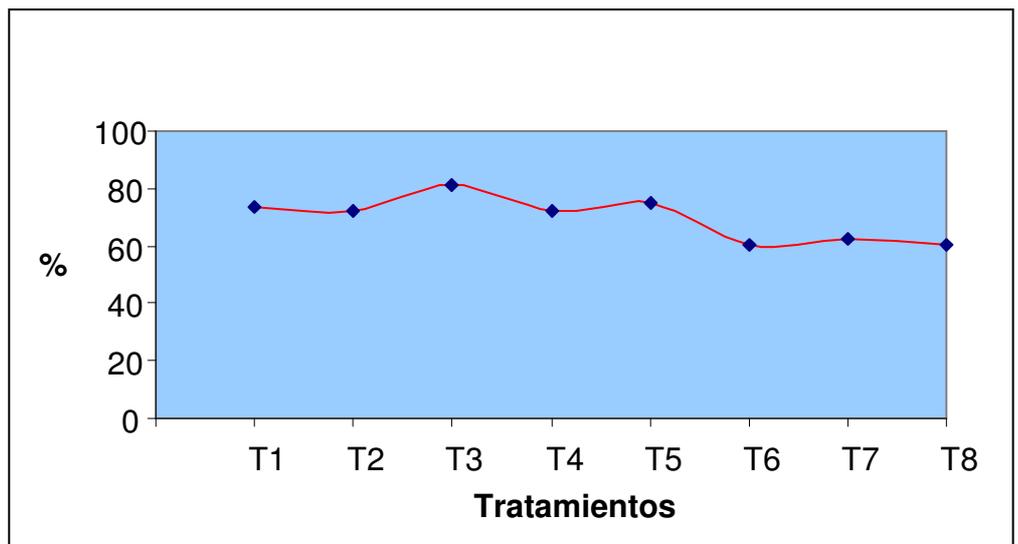


Figura 4. Porcentaje de flores que llegaron al estado de caída de pétalos

Se puede observar en la Figura 4 que aún no existe una tendencia muy marcada entre tratamientos, lo que quiere decir que en esta variable aún no se notan los estímulos de los tratamientos aplicados.

Autores como Elizondo, R. (1989); Escobar W. y Sánchez, L. (1992) y Guzmán, F. (1981), manifiestan, que en el Guanábano la mayor

parte de las flores pueden llegar hasta la antesis y las que no llegan es por otros problemas. En este trabajo de investigación se corroboró esta misma situación, ya que las flores que llegaron hasta Caída de Pétalos fueron entre el 60 y el 82 %; las restantes se cayeron prematuramente debido principalmente al ataque de antracnosis.

4.1.2 Porcentaje de flores tabaco

Según el ADEVA, no hubo diferencias estadísticas entre repeticiones ni entre tratamientos, el CV fue de 14,63 %. La respuesta fue similar a la variable anterior, debido a que las flores cuyos pétalos habían caído, se convirtieron en flores en estado Tabaco (Cuadro 1, Figura 5 y Anexo 7)

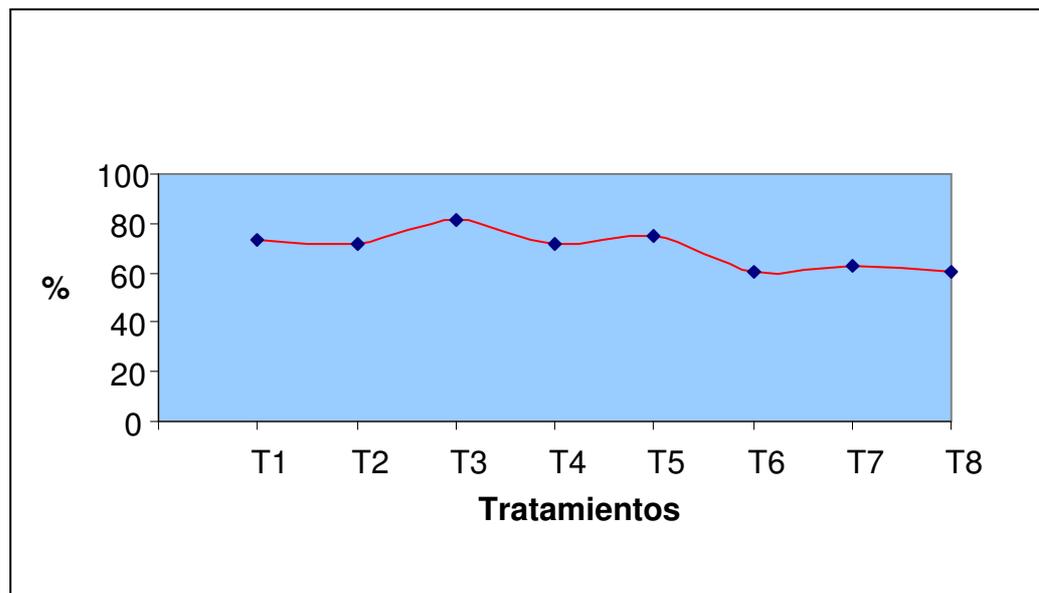


Figura 5. Porcentaje de flores tabaco

Este es un estado en el cual todavía no se hacen visibles las manifestaciones producto de los tratamientos, ya que todo es un proceso fisiológico interno que dura entre tres a cinco semanas según Villalta, B. (1988) y que depende de factores genéticos y ambientales principalmente. En las condiciones de este experimento, el promedio fue de 28 días (cuatro semanas).

El hecho más importante observado durante este estado, fue el de la persistencia de la estructura en el tiempo y los cambios de coloración que se dan a través de él. Cuantos más días pasan y la estructura se mantiene y no hay signos de debilitamiento, significa que el proceso de fecundación avanza de manera efectiva y satisfactoria. Es decir la combinación de la polinización asistida, sustancias inductoras y biorreguladoras está actuando en un sentido favorable hacia la transformación de flor en fruto.

Observaciones realizadas en árboles que no formaron parte del experimento, pero ubicados en el mismo lote, permiten señalar que hay algunos pocos cultivares criollos de Guanábano en donde la incidencia del fenómeno de la dicogamia es baja y las flores se autopolinizan y casos aislados de otros árboles donde aparecieron frutos en el tercio superior del árbol en donde normalmente no se llega con la polinización asistida. Sin embargo estas apreciaciones requieren de una investigación más profunda y específica para conocer su comportamiento e impacto en la producción.

4.1.3 Porcentaje de flores cuajadas

El ADEVA señaló que entre repeticiones y tratamientos no se observaron diferencias significativas. El CV fue de 28,75%. A pesar de no haber diferencias estadísticas, sí se observaron diferencias numéricas entre tratamientos e incluso tres rangos distintos. Revisando las diferencias numéricas observamos que el T1, T2, T3, T4 y T5 poseen el mayor porcentaje de flores cuajadas y corresponden a los tratamientos que contienen soluciones nutritivas inductoras y biorreguladores, mientras que los tratamientos T6, T8 y T7 presentaron porcentajes inferiores a 40%. En estos tratamientos se realizaron las prácticas agronómicas de rayado de Ramas y Poda. El T8 fue el testigo (Cuadro 1, Figura 6 y Anexo 8).

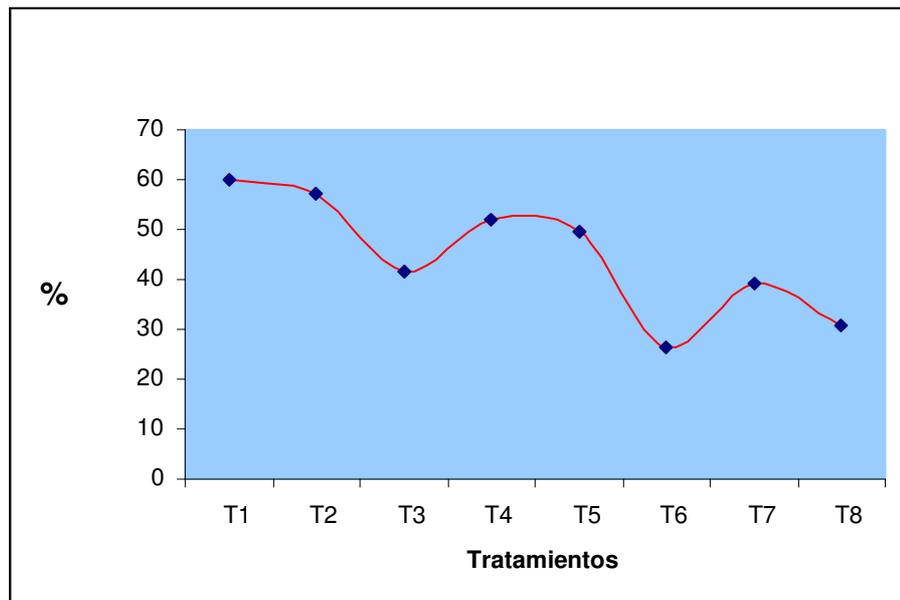


Figura 6. Porcentaje de flores cuajadas

Al llegar a este punto dentro del proceso general de evolución floral, se obtuvieron algunas evidencias (signos visuales) de que el proceso floración – fructificación avanzaba satisfactoriamente. Además de la persistencia de la estructura en el árbol por varias semanas, mencionada en la sección anterior, están los cambios de color en la parte de la estructura que corresponde al ovario, el cual pasó de un color blanco a color ocre o a veces café, señal inequívoca de que la flor resultó fecundada. La manifestación final de esta etapa es un cuarteamiento de la superficie global de la estructura que semeja un erizamiento, razón por la cuál a estas estructuras que son de color café se les llama también “erizos”, tal como lo describe Escobar, W. *et al*, (1992) y que lo denomina como diferenciación del ovario fecundado a fruto.

4.1.4 **Porcentaje de frutos amarrados**

De acuerdo con el ADEVA, no hubo diferencia estadística entre repeticiones. Entre tratamientos si se encontró diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 29,54 %. Según

Duncan los valores de las medias, tienen tres rangos diferentes donde T1, T2, T3, T4 Y T5 que corresponden a los tratamientos que contienen soluciones nutritivas y biorreguladores, presentan los porcentajes más altos en cuanto al amarre de frutos mientras que T6, T7 y T8 que corresponden a los tratamientos de prácticas agronómicas (Rayado de Ramas y Poda respectivamente) y testigo, son los que presentan el menor porcentaje de frutos amarrados (Cuadro 1, Figura 7 y Anexo 9).

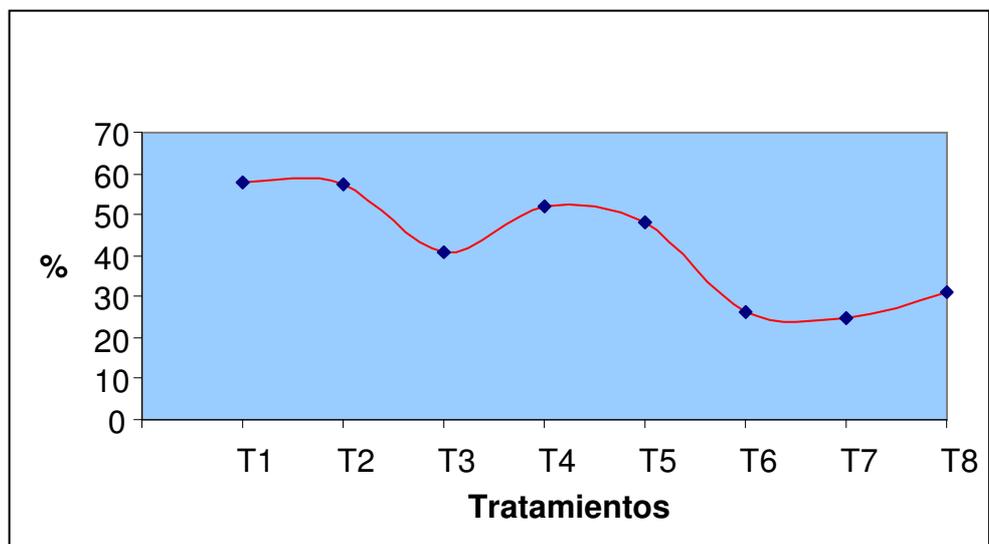


Figura 7. Porcentaje de frutos amarrados

Tal como lo explica Villalta, B. (1988), no se pudo establecer una línea clara de separación entre esta etapa y la anterior de erizo. En términos generales se puede indicar que es aquí donde se inicia el desarrollo del futuro fruto. Paulatinamente los erizos de color café se transformaron en erizos de color amarillento verdoso y a medida que estos iniciaron actividades fotosintéticas se hicieron cada vez más verdes hasta tomar la forma característica de los frutos de Guanábano. La denominación de “Frutillos” dada por Escobar, W. y Sánchez, L. (1992) a esta etapa es muy adecuada y precisa, al igual que el término “amarre” mencionado por Viteri, P. y Soria, N. (2004) y Miranda, D. y Barreto, J. (2000).

4.2 VARIABLES ANALIZADAS EN EL PROCESO DE FRUCTIFICACIÓN

La fructificación es prácticamente la culminación del proceso y en donde se materializan en forma de frutos efectivos las flores que fueron inducidas, diferenciadas, fecundadas y mantenidas a lo largo del tiempo.

En el Cuadro 2 se presentan los datos estadísticos transformados mediante la metodología Arco – Seno, para el periodo final comprendido entre el erizamiento y el fruto efectivo de tamaño y calidad comercial.

Cuadro 2. Proceso de Fructificación: Datos estadísticos transformados mediante el método de arco - seno.

Tratamiento	Porcentaje Frutos efectivos	Porcentaje estructuras abortadas	Peso Frutos cosechados (kg)	Rendimiento (kg/planta)	Porcentaje de frutos cosechados
T1	57,63 c	32,37 a	3,22 c	29,37 b	54,3 c
T2	57,30 c	32,70 a	2,58 abc	21,17 ab	58,65 c
T3	40,60 abc	49,40 abc	2,6 a	9,83 a	36,97 abc
T4	52,16 bc	37,84 ab	2,63 abc	19,7 ab	47,29 bc
T5	48,08 abc	41,92 abc	1,96 a	13,33 ab	43 abc
T6	26,44 a	63,56 c	1,83 a	5,33 a	26,44 ab
T7	24,85 a	65,15 c	3,03 bc	4,77 a	22,28 a
T8	30,91 ab	59,09 bc	2,30 ab	9,57 a	28,19 ab
PROMEDIO	42,25	47,75	2,46	14,09	39,64

% CV	29,54	26,14	41,6	68,36	32,20
-------------	-------	-------	------	-------	-------

Duncan 1%	NS	NS	**	NS	NS
Duncan 5%	*	*	*	NS	*

4.2.1. Porcentaje de frutos efectivos

Según los resultados del ADEVA, no se encontraron diferencias significativas para repeticiones; en cambio entre tratamientos si hubo diferencias estadísticas. El coeficiente de variación para esta variable fue de 29,54 %.

Según Duncan los valores de las medias de los tratamientos, presentaron rangos similares a la variable anterior, lo cual significa que la totalidad de frutos amarrados pasaron a ser frutos efectivos, confirmando la efectividad de los tratamientos aplicados en T1, T2, T3, T4 y T5 (Cuadro 2, Figura 8 y Anexo 10).

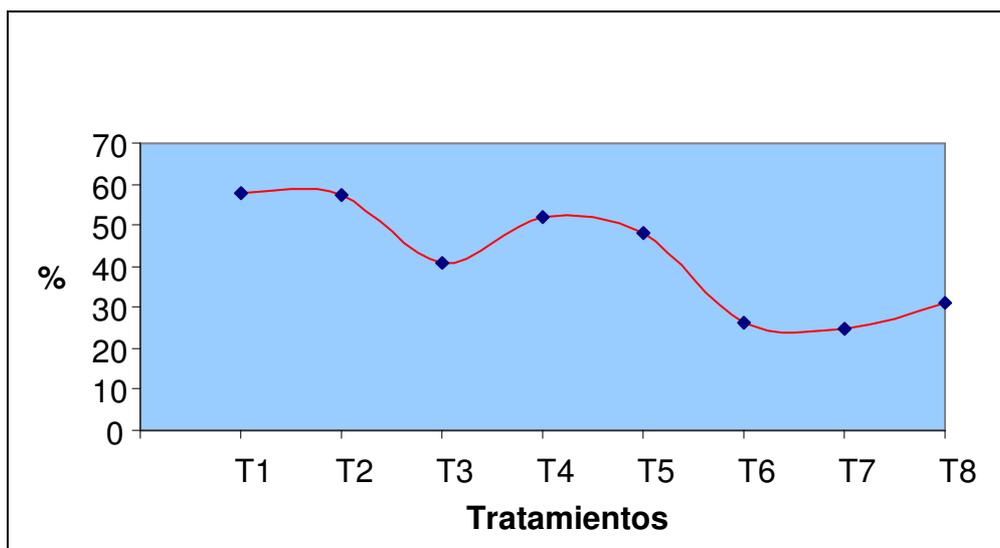


Figura 8. Porcentaje de frutos efectivos

El paso de frutillo a fruto efectivo no conlleva consideraciones especiales, por cuanto fue simplemente una etapa en la cual los frutos amarrados se constituyeron en sumideros de carbohidratos y otras sustancias que se almacenan de manera coordinada con un proceso de expansión y elongación celular, de manera muy parecida a como sucede en los cítricos, según lo reporta Agustí, M. (2003).

4.2.2. Porcentaje de estructuras abortadas

Según el ADEVA, no se observaron diferencias significativas entre repeticiones; mientras que entre tratamientos las diferencias si fueron significativas. El coeficiente de variación fue de 26,14 %. Según Duncan esta variable presenta tres rangos distintos donde T1, T2, T3, T4 y T5 que corresponden a los tratamientos que contienen KNO₃ al 2 y 4% y NH₄NO₃ al 1 y 2% combinado respectivamente con GA3 al 2,5 mg/l y 5 mg/l, se caracterizan por presentar el menor porcentaje de frutos abortados y corresponden a los tratamientos que contienen biorreguladores y sustancias nutritivas. Los valores más altos en porcentaje de aborto son presentados por los tratamientos T6 y T7 que corresponden a prácticas agronómicas (Rayado de Ramas y Poda respectivamente) y T8 que es el testigo (Cuadro 2, Figura 9 y Anexo 11).

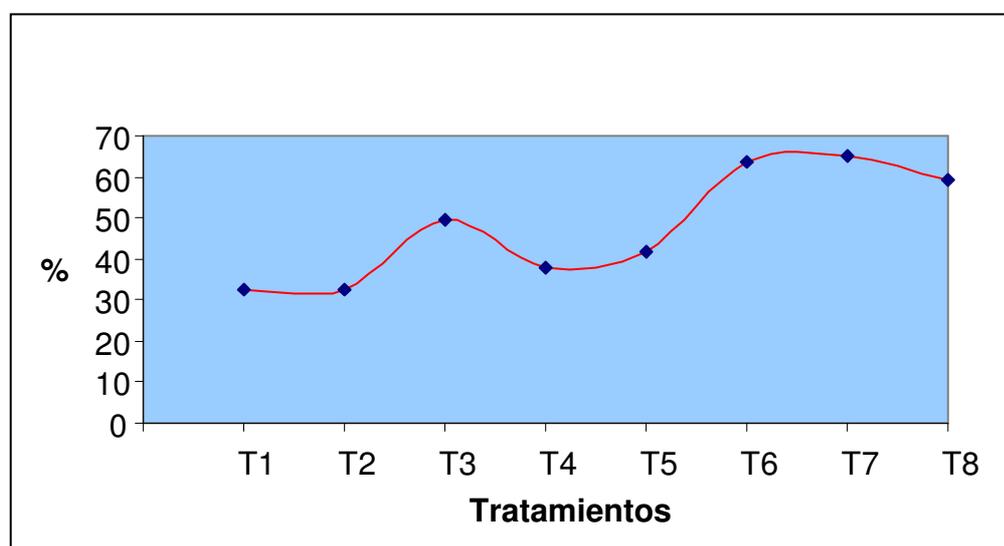


Figura 9. Porcentaje de estructuras abortadas

El tema del aborto de estructuras florales y reproductivas es un asunto crucial en la producción de guanábana y puede ser causado por problemas fitosanitarios, pero en la mayoría de los casos como lo

anota Guzmán, F. (1981) es de orden genético y climatérico ante la falta de sincronización en la maduración de los órganos masculino y femenino que no permite una oportuna fecundación.

La planta responde de manera natural eliminando aquellas estructuras (caso de flores Tabaco) que no fueron fecundadas en su debido momento. En mayor proporción esto ocurrió en los T6, T7 y T8. Tal como lo afirma Agusti, M. (2003) en esta respuesta parecen estar fuertemente involucrados los aspectos nutricionales y hormonales de la planta.

Como algunos de los tratamientos investigados implicaban aplicación de soluciones nutritivas y un biorregulador, la acción conjunta de estos pudo haber desplazado el contenido hormonal endógeno de manera positiva, para el logro de la fecundación y de la posterior retención o persistencia de la estructura en el árbol.

4.2.3. Peso de frutos cosechados

De acuerdo al ADEVA se puede observar que existen diferencias altamente significativas para repeticiones y tratamientos. El coeficiente de variación fue de 41.6 %. Los tratamientos T1, T7, T4 y T2 que contiene KNO₃ al 2 y 4% combinados con GA₃ al 2,5 mg/l y 5 mg/l presentan el mayor peso por fruto, y los tratamientos T6, T5 y T8 respectivamente, presentan el menor peso por fruto. Estos tratamientos corresponden en el caso del T6 al Rayado de Ramas, T5 al Rayado de ramas más GA₃ al 5mg/l y el T8 al Testigo. (Cuadro 2, Figura 10 y Anexo 12).

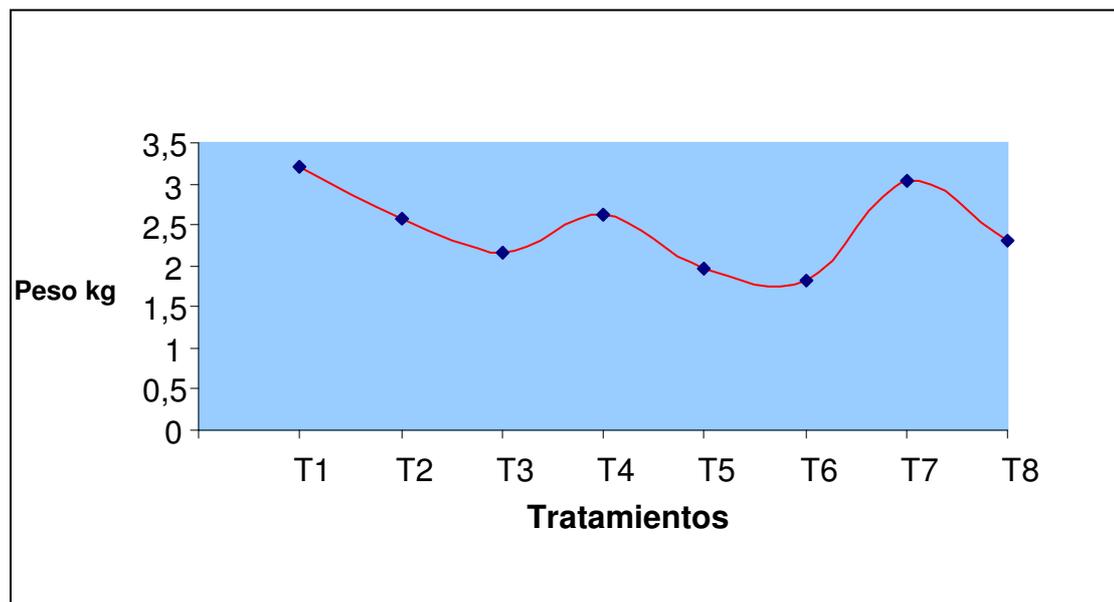


Figura 10. Peso promedio de frutos

Los resultados obtenidos permiten destacar el efecto positivo en la obtención de frutos de mayor tamaño y mayor peso con la aplicación de soluciones nutritivas y del biorregulador, situación que confirma lo expresado por Clavijo, J. (1989) y Weaver, R. (1976), al referirse al uso de reguladores de crecimiento. Además es lógica y racional si se toma en cuenta que se aplican Nitrógeno y Potasio, elementos minerales importantes en el desarrollo de esta planta como lo señalan Baraona, M. (1989) y Elizondo, R. (1989). Dentro de esta línea de discusión un caso atípico lo constituye el T7 que presentó un peso promedio relativamente elevado pero que no influyó en la producción por árbol.

4.2.4. Rendimiento de frutos por árbol

El ADEVA señala que entre repeticiones no hay diferencias estadísticas ni tampoco entre tratamientos. El coeficiente de variación fue de 68,36 %. Las diferencias numéricas sin embargo, permiten indicar que los tratamientos T1 y T2 (KNO₃ al 2 y 4%) con 29,37 y 21,17 kg/árbol respectivamente, obtuvieron los mayores rendimientos.

Los menores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos 6 y 7 (Rayado de ramas y Poda) con 5,33 y 4,77 kg/árbol respectivamente. (Cuadro 2, Figura 11 y Anexo 13).

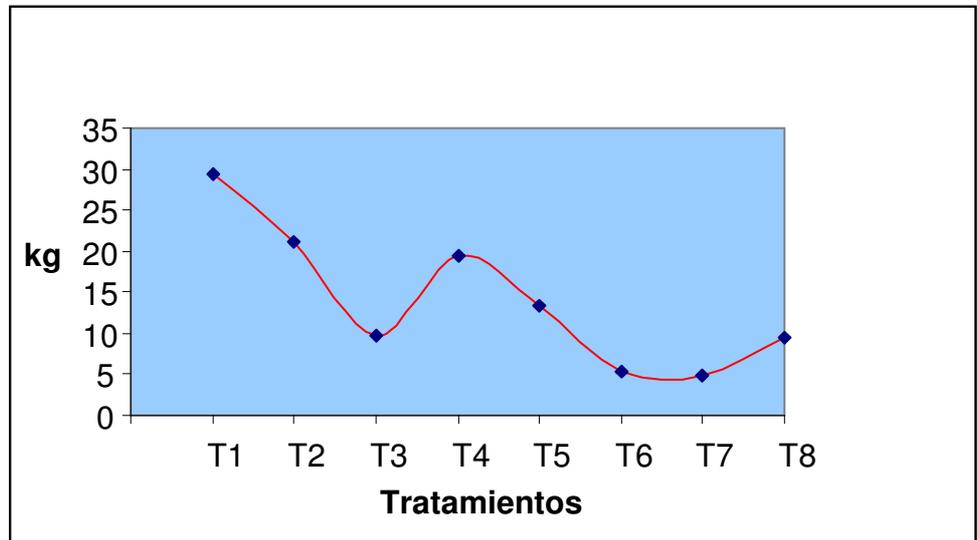


Figura 11. Rendimiento (kg/árbol)

Aunque el ADEVA resultó no significativo para esta variable los resultados que muestra son una consecuencia directa del impacto de los tratamientos en donde claramente se observa la influencia de los factores nutricionales y hormonales mediante las sustancias aplicadas, especialmente en el caso del T1, T2 y T4 en comparación con el T6, T7 y T8. Por tanto es evidente la acción benéfica del KNO₃ y del GA₃ como promotores del proceso de floración – fructificación.

Comparando este resultado con el obtenido por Miranda, D.y Barreto, J. (2000) en Colombia, se puede establecer que es similar en cuanto a que fueron las mismas sustancias aplicadas, pero hubo diferencia en las dosis que reportaron mejor respuesta. Con lo anterior se puede afirmar que se valida esta tecnología para las condiciones del Ecuador donde se llevó a cabo el experimento.

El comportamiento del NH_4NO_3 es de menos impacto en el rendimiento que el KNO_3 , aunque parecería que podría tener un mayor impacto si se utilizan dosis más elevadas.

4.2.5. Porcentaje de frutos que fueron cosechados

El ADEVA muestra que entre repeticiones no existen diferencias estadísticas mientras que entre tratamientos las diferencias son significativas. Analizando los promedios entre tratamientos el T2 y T1 (KNO_3 al 4% y 2%) alcanzaron un 58,65% y 54,3% respectivamente y fueron los tratamientos en donde mayor porcentaje de frutos se cosecharon. Los menores porcentajes se obtuvieron en los tratamientos T7 y T6 (Poda y Rayado de Ramas más Poda) con 22,28% y 26,44% respectivamente. (Cuadro 2, Figura 12 y Anexo 14).

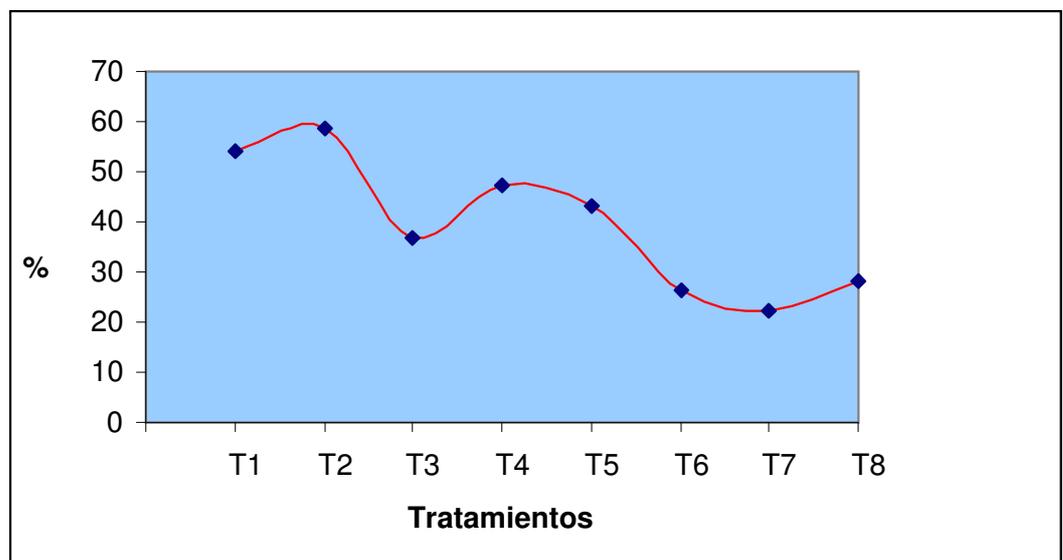


Figura 12. Porcentaje de frutos que fueron cosechados

Nuevamente en esta variable se observó la respuesta favorable del KNO_3 en donde claramente presenta diferencias marcadas, en comparación con la otra solución nutritiva el NH_4NO_3 , en cuanto a la persistencia de la estructura floral hasta que se convierte en fruto listo

para cosechar. En resumen se confirma que la aplicación de una sustancia nutritiva como el KNO₃ o el NH₄NO₃, en combinación con una biorreguladora (GA3), contribuyen positivamente al proceso de fructificación, tal como lo demuestran los resultados que, comparados con los del T7, T6 y T8 que son tratamientos en los cuales no se aplica ninguna sustancia, presentaron porcentajes bajos.

4.3 EVALUACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS EN EL PROCESO DE FLORACIÓN – FRUCTIFICACIÓN

4.3.1 Soluciones nutritivas

En general, las soluciones nutritivas aplicadas tuvieron un comportamiento positivo en términos de promover un mayor cuaje, amarre y producción de frutos. De manera específica se resalta la acción del KNO₃ (2%) que combinado con el GA3 (2,5 mg/l) dieron los mejores resultados.

Tal como se mencionó en la sección anterior, se pudo apreciar que aunque hubo coincidencia en el tipo de solución nutritiva y biorregulador (KNO₃ y GA3) utilizados, las dosis de mejor resultado fueron diferentes. Una posible explicación podrían ser las diferencias varietales (genéticas), ambientales y posiblemente de manejo.

Los resultados y las observaciones obtenidas concuerdan con la investigación en mango realizada por Guerrero, R. (1990), en el sentido de que el KNO₃ es una sustancia con doble acción: nutriente y promotor de la floración – fructificación. Su efecto está relacionado en forma directa con la función del Etileno como regulador de los procesos de floración y de abscisión de estructuras y por la acción del Potasio como activador de enzimas (Ej. nitrato – reductasa) y transportador de fotoasimilados.

En este experimento y basado en lo expuesto por Mosqueda, R. (1989), también se incluyó como solución nutritiva al NH_4NO_3 . Según este investigador, es el ion NO_3^- y no el ion K^+ el que tiene el efecto primario para promover floración – fructificación, ya que en mango el NH_4NO_3 fue más eficiente que el KNO_3 incluso a menores concentraciones. En la presente investigación en Guanábano, el NH_4NO_3 tuvo un impacto secundario posiblemente debido a las bajas concentraciones utilizadas (1% y 2%).

4.3.2 **Biorreguladores**

El modo de acción de estas sustancias es motivo actual de estudio y poco a poco se conoce más de ellos. La sustancia más estudiada ha sido el GA3. En el trabajo de investigación realizado a través del presente documento, no se pudo establecer un efecto específico para esta sustancia por cuanto su efecto está inmerso en la acción conjunta con el KNO_3 . Tal como fue expuesto en la sección anterior, aunque no hubo coincidencia en cuanto a la mejor dosis de concentración, sin embargo si la hubo en cuanto al efecto combinado para contribuir de manera positiva en el proceso de cuaje, amarre y mayor precocidad y desarrollo del fruto.

No hay unidad de criterio en los autores consultados sobre el papel específico de este biorregulador. Así por ejemplo, Weaver, R. (1976), Leiva, E. y Montealegre, A. (1995) y Hernández, L. (1981) dicen que el GA3 es una sustancia que promueve la floración, mientras que otros como Clavijo, J. (1989), Liu y Loy (1976), citados por Miranda, D. y Barreto, J. (2000), manifiestan que las GA3 ejercen un efecto positivo sobre la retención y cuajamiento de frutos y afectan tanto a la división como la expansión celular.

El mecanismo de acción de los biorreguladores es un tema de mucha complejidad. Sin embargo a la luz de estas opiniones y con base en las

observaciones en el experimento, se podría afirmar que el papel más probable sería su contribución en la retención y cuajamiento de frutos, pero haciendo la salvedad de que no se trata de un papel central y único, sino más bien una acción en conjunto o de interacción entre distintos factores, probablemente nutricionales y hormonales como lo señala Agusti, M. (2003) en sus investigaciones sobre cítricos.

4.3.3 Prácticas agronómicas

Las prácticas agronómicas relacionadas al tema central del estudio fueron la Poda y el Rayado y Anillado de ramas. El Guanábano tiende a crecer erecto y elevarse a 8 – 10 m (predominio de la actividad vegetativa), razón por la cuál se requiere podarlo para regular la actividad vegetativa y reproductiva, permitiendo la búsqueda de un equilibrio entre las dos.

En los tratamientos que incluyeron poda, se pudo observar que se promovió la formación de estructuras reproductivas (más flores y frutos). Este resultado concuerda con observaciones similares hechas por Miranda, D. y Barreto, J. (2000) y con experiencias anteriores en la misma plantación donde se hizo esta investigación. La poda en Guanábano es una práctica completamente necesaria, pero tomando en consideración los aspectos señalados por Hill L., (1985) y Bretaudeau, J. (1987). Este aspecto se observa más que todo en el volumen de inducción y diferenciación floral (floración) que es como el prerequisite para una buena cosecha (fructificación). Se pudo observar que en los árboles sin poda (caso por ejemplo de los Testigos) el número de flores aparecidas en los períodos de tratamiento para las tomas de datos siempre era menor que en los demás árboles.

El rayado y el anillado de ramas en teoría constituyen una práctica de manejo que no modifica la masa foliar, como si ocurre con la poda, y

que está encaminada a acelerar la diferenciación floral y favorecer el incremento en la brotación de yemas florales.

4.3.4 Costos y beneficios

Uno de los objetivos contemplados para el presente estudio, fue el análisis de la factibilidad técnico – económica, en donde se tomó como herramienta básica de análisis la técnica del presupuesto parcial presentada en la publicación de Perrin, R. *et al.* (1976). Dicha técnica se utiliza comúnmente para determinar la viabilidad económica de introducir cambios relativamente pequeños en una explotación o actividad ya existente, tales como sustitución o adición de nuevos insumos o cambio en las técnicas utilizadas tradicionalmente.

El presupuesto parcial constituye en realidad un tipo aproximado de análisis marginal y cuyo resultado no consiste en mostrar la cantidad de ganancias o pérdidas de una explotación o actividad en conjunto, sino mas bien en indicar el incremento o disminución neto del ingreso que cabe esperar de la adopción o puesta en práctica de algún cambio en la tecnología local de producción. Es decir, indica qué modificaciones o cambios se producen en los costos y en los ingresos (ingreso adicional por encima de todo costo adicional) como consecuencia de la introducción de una nueva práctica o técnica propuesta.

Los presupuestos parciales deben ser utilizados solamente para someter a prueba, técnicas o actividades que ya se sabe son técnicamente viables y este es el caso del presente estudio, que constituye realmente un experimento de ajuste de tecnología para proponerle a los productores un cambio en su tecnología local de producción, cambio que afectará solo algunos aspectos de su sistema total. A los costos asociados con la decisión de introducir este cambio

se les llama costos variables, mientras que todas las demás prácticas permanecen constantes y originan los denominados costos fijos, los cuales no son afectados por la decisión de introducir un cambio, ya que se incurrirá en ellos de todas maneras.

Siguiendo los lineamientos propuestos por Perrin, R. *et al.* (1976), como primer paso se realizó el presupuesto parcial de cada tratamiento como se lo indica en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Presupuestos parciales de cada tratamiento

CONCEPTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
BENEFICIOS								
Rendimiento fruta de guanábana (kg/Ha)	6990,06	5038,46	2339,54	4688,6	3172,54	1268,54	1135,26	2277,66
Precio de fruta de guanábana (\$/kg.)	\$ 0,50	\$ 0,50	\$ 0,50	\$ 0,50	\$ 0,50	\$ 0,50	\$ 0,50	\$ 0,50
Beneficio Total (\$)	\$ 3.495,03	\$ 2.519,23	\$ 1.169,77	\$ 2.344,30	\$ 1.586,27	\$ 634,27	\$ 567,63	\$ 1.138,83
COSTOS VARIABLES								
Solución nutritiva por Ha								
Cantidad gramos por hectárea	66,64	133,28	33,32	66,64				
Valor por gramos	\$ 0,003	\$ 0,002	\$ 0,001	\$ 0,001				
Costo total solución nutritiva	\$ 0,20	\$ 0,29	\$ 0,02	\$ 0,07				
M.O. Aplicación por Ha								
Cantidad (Jornales)	5,95	5,95	5,95	5,95				
Valor Jornal	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000				
Costo total mano de obra	\$ 59,500	\$ 59,500	\$ 59,500	\$ 59,500				
Fitoregulador (GA3/Ha)								
Cantidad mg por hectárea	8,330	16,660	8,330	16,660	16,660			
Valor por mg	\$ 0,002	\$ 0,002	\$ 0,002	\$ 0,002	\$ 0,002			
Costo total fitoregulador	\$ 0,017	\$ 0,034	\$ 0,017	\$ 0,034	\$ 0,034			
M.O. Aplicación (GA3/Ha)								
Cantidad (Jornales)	5,95	5,95	5,95	5,95	5,95			
Valor Jornal	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000			
Costo total mano de obra	\$ 59,500	\$ 59,500	\$ 59,500	\$ 59,500	\$ 59,500			
Poda								
Cantidad (Jornales)	14,87	14,87	14,87	14,87	14,87	14,87	14,87	
Valor Jornal	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	
Costo total mano de obra	\$ 148,700	\$ 148,700	\$ 148,700	\$ 148,700	\$ 148,700	\$ 148,700	\$ 148,700	
Rayado de ramas								
Cantidad (Jornales)					8	8		
Valor Jornal					\$ 10,000	\$ 10,000		
Costo total mano de obra					\$ 80,000	\$ 80,000		
TOTAL COSTOS VARIABLES	\$ 267,92	\$ 268,03	\$ 267,74	\$ 267,80	\$ 288,23	\$ 228,70	\$ 148,70	\$ 0,00
BENEFICIO NETO	\$ 3.227,11	\$ 2.251,20	\$ 902,03	\$ 2.076,50	\$ 1.298,04	\$ 405,57	\$ 418,93	\$ 1.138,83

En este experimento, los llamados *costos variables* corresponden a los costos asociados a los factores de estudio de los tratamientos y son los siguientes: KNO₃ al 2 y 4%, NH₄NO₃ al 1 y 2% GA3 al 2,5 y 5 mg/l, Poda y Rayado de Ramas

En este caso, la decisión a adoptar y el cambio en la tecnología local de producción requieren de:

- Incorporar insumos que antes no se usaban (sustancia nutritivas y biorreguladores).
- Incrementar la cantidad de mano de obra requerida.

Los costos que han sido tomados en cuenta en este análisis son únicamente los correspondientes a los factores de estudio, por eso el término de “presupuesto parcial”

Los costos asociados con esta decisión o cambio son los llamados costos variables, mientras que los componentes de costos que no están asociados con la decisión son los costos fijos y no aparecen contabilizados en el cuadro, tales como control de malezas, fertilización, riego, etc.

Después de haber calculado el presupuesto parcial de cada uno de los tratamientos, se procedió a elaborar la curva del beneficio neto que muestra la relación entre los costos variables de cada alternativa y los beneficios netos promedios obtenidos.

En la Figura 13 están representados cada uno de los tratamientos, en relación con el beneficio neto y los costos variables de cada tratamiento. Parece evidente, observando los puntos representados, que algunas de las alternativas de tratamientos serían difícilmente escogidas por algún agricultor. Por ejemplo los tratamientos T3, T6 y T7 que tienen rendimientos netos menores que el tratamiento testigo,

pero los costos variables asociados son de \$267,74, \$228,70 y \$148,70 respectivamente por hectárea. Es improbable escoger este tipo de alternativas como la mejor opción, porque se podría recibir un mayor beneficio neto con un costo variable de cero como es el caso del tratamiento testigo. Lo mismo aplica para el T5, ya que los beneficios netos promedios de este tratamiento son menores que los de los tratamientos T4, T2 y T1, que tienen incluso un costo variable menor. A los tratamientos T7, T6, T3, T5 y T2 les llamamos alternativas dominadas, porque para cada uno de ellos existe otra alternativa con un mayor beneficio neto y un menor costo variable.

En la Figura 13 se ha unido con una línea sólida las opciones no dominadas. Esta línea sólida es la curva del beneficio neto. Un aspecto que se debe destacar es que la curva al pasar por el T4 se eleva abruptamente lo que indica que el T1 que corresponde al tratamiento que contiene KNO3 presenta un rendimiento bastante alto con respecto a los demás tratamientos y a un costo similar.

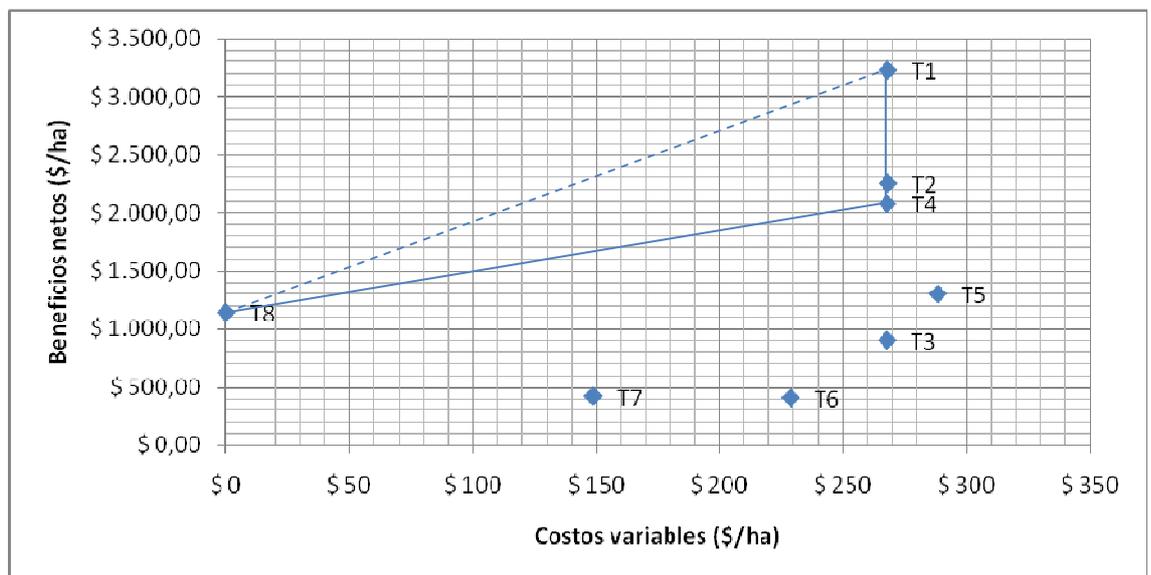


Figura 13. Curva de beneficios netos para el experimento

Siguiendo con lo propuesto por Perrin, R. *et al.* (1976), es necesario realizar el análisis marginal para poder indicar, la forma en que los

beneficios netos de una inversión aumentan conforme la cantidad invertida crece. El beneficio neto marginal es el incremento en beneficio neto que se puede obtener de un incremento dado de la inversión.

El Cuadro 4, indica el análisis marginal, que consiste en ordenar de mayor a menor los tratamientos según el beneficio neto.

Cuadro 4. Tratamientos ordenados según beneficio neto

Tratamiento	Costo Variable	Beneficio neto	
1	\$ 267,92	\$ 3.227,11	
2	\$ 268,03	\$ 2.251,20	*
4	\$ 267,80	\$ 2.076,50	
5	\$ 288,23	\$ 1.298,04	*
8	\$ 0,00	\$ 1.138,83	
3	\$ 267,74	\$ 902,03	*
7	\$ 148,70	\$ 418,93	*
6	\$ 228,70	\$ 405,57	*

Se procedió de arriba hacia abajo de la lista, para identificar y eliminar las alternativas dominadas, a pesar de que gráficamente ya se lo había hecho anteriormente, sin embargo existen valores bastante cercanos entre sí por lo que se hace necesario realizar numéricamente el análisis. Los tratamientos dominados son los que se encuentran marcados con el asterisco y son los que se eliminarán para proceder a realizar el análisis marginal

En el Cuadro 5 se detalla el análisis marginal, que señala únicamente los tratamientos no dominados con sus respectivas tasas de retorno.

Cuadro 5. Análisis marginal de tratamientos del experimento

Tratamiento	Beneficio Neto	Costo Variable	Incremento marginal en beneficio neto	Incremento marginal en costo variable	Tasa de retorno marginal
1	\$ 3.227,11	\$ 267,92	\$ 1.150,61	\$ 0,12	958841,67%
4	\$ 2.076,50	\$ 267,80	\$ 937,67	\$ 267,80	350,14%
8	\$ 1.138,83	\$ 0,00			

La tasa del retorno marginal del T1 es más alta que la del T4 y T8, razón por la cual el T1 se constituye en la mejor alternativa a escoger.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, se concluye que:

- En los tratamientos donde se aplicaron soluciones nutritivas combinadas con fitoreguladores, la persistencia en el árbol de las estructuras florales y reproductivas fue sensiblemente superior a los otros tratamientos y particularmente con relación al testigo absoluto.
- En esta investigación sobresalió el KNO₃ (2%) aplicado en estado Botón Floral y el GA₃ (2,5 mg/l) aplicado a la caída de pétalos, sustancias que contribuyeron positivamente a un mayor cuajado de flores y amarre de frutos, lo cual se tradujo en una mayor producción de frutos por árbol.
- El NH₄NO₃ en su combinación con el GA₃ mostró un comportamiento modesto en términos de cuaje, amarre y producción de frutos efectivos, posiblemente debido a las bajas concentraciones utilizadas (1 % y 2 %).
- Los mejores resultados en términos de producción de frutos efectivos por árbol fue de 29,37 kg., que se obtuvo en el T1 donde se aplicó KNO₃ (2%) en Botón Floral + GA₃ (2,5 mg/l) a la Caída de Pétalos + Poda . En promedio esto significa un potencial de incremento en la productividad del cultivo de 3600 kg en comparación con la producción tradicional. Hay que tomar en cuenta que el promedio de flores polinizadas en el mejor tratamiento no pasó de 14 flores, y en la práctica un árbol puede tener mucho más que ese número de flores, las cuales podrían ser potenciales frutos y por lo tanto incrementar aún más la producción.
- A través del manejo del experimento y sus tratamientos, se pudo constatar la presencia del fenómeno de la dicogamia en los cultivares involucrados en la investigación y la bondad de la polinización asistida como práctica

agronómica para contrarrestarla o disminuir su incidencia en la producción final.

- El impacto de las prácticas agronómicas utilizadas en el experimento (Poda, Rayado y Anillado de Ramas) sobre el nivel de producción de frutos efectivos es diferenciado y no directamente observable.
- Se confirma la necesidad de la poda como práctica que contribuye a la restricción del crecimiento vegetativo a favor de un estímulo al crecimiento reproductivo.
- Con respecto al Rayado de Ramas, la información recopilada a través del experimento es insuficiente para determinar su impacto sobre el proceso de floración – fructificación, requiriéndose más investigación específica al respecto.
- Del análisis de viabilidad económica que se realizó con el método del presupuesto parcial se determinó que el mejor tratamiento (T1) supera de manera sustancial al T4 y T8 (Testigo). Además, con respecto a los costos del T4 y con el solo hecho de aumentar \$ 0,12/ha para aplicar el T1, se puede incrementar la producción en 1,5 veces más.
- De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio se acepta la Hipótesis de Trabajo planteada que indicaba que el incremento de la producción y productividad del cultivo de Guanábano es posible mediante una intervención y manipulación del proceso de Floración – Fructificación, mediante la aplicación de prácticas y sustancias estimuladoras.

VI. RECOMENDACIONES

Después de haber realizado este trabajo de investigación, surgen algunas recomendaciones en dos ámbitos: Investigación y Económico, para lo cuál se han agrupado de acuerdo al orden propuesto.

a) Investigación

- Estudiar el grado de incidencia de la dicogamia en los cultivares Criollos para:
 - Eliminar o disminuir costos de la polinización asistida.
 - Observar respuesta a inductores florales y soluciones nutritivas.
- Estudiar la respuesta del NH_4NO_3 en nuevos espacios de exploración.
- Estudiar la respuesta de nuevos productos como por ejemplo el Paclobutrazol, retardante del crecimiento, que promueve el cambio de crecimiento vegetativo a crecimiento reproductivo.
- Estudiar más a fondo el impacto de prácticas agronómicas complementarias (Rayado y anillado).

b) Económico

- Aplicar la recomendación técnica derivada del T1 para mejorar los niveles de producción, productividad e ingresos actuales.
- Se recomienda, para tener un panorama completo en lo que tiene que ver con costos, también tomar en cuenta los demás rubros denominados “costos fijos” con el fin de elaborar un presupuesto total del cultivo de Guanábano, aplicando la mejor tecnología producto de esta tesis de grado

VII. RESUMEN

El presente estudio fue realizado en una finca productora de Guanábana ubicada en el km 31 de la vía Santo Domingo – Quinindé (Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas), donde se evaluó el efecto de la aplicación de varias técnicas y sustancias nutritivas sobre la producción y persistencia de estructuras florales y reproductivas, así como de su repercusión en el nivel de producción y productividad del cultivo.

Para ello y mediante la formulación de criterios específicos, se seleccionaron 24 unidades experimentales en las cuales se aplicaron ocho tratamientos en donde los objetivos fueron evaluar el efecto y combinación de algunas técnicas (Poda y Rayado de Ramas), reguladores de crecimiento (GA3) y soluciones nutritivas (Nitrato de Potasio y Nitrato de Amonio), determinando el nivel de producción y persistencia de estructuras florales y reproductivas para después analizar la factibilidad técnico – económica de dichos tratamientos.

En cada tratamiento se ubicaron y marcaron 20 flores para observar su respuesta al estímulo de las técnicas y sustancias aplicadas.

Para obtener la información se diseñó un plan de seguimiento que incluyó observaciones diarias, semanales y quincenales, toma de datos y sistematización de los mismos en un registro específico diseñado para el efecto.

Se emplearon dos técnicas estadísticas para la tabulación y análisis de los datos: ADEVA y Prueba de Duncan al 1 y 5 %.

Los resultados encontrados indicaron que en general las flores de los árboles de Guanábano respondieron de manera diferencial a los estímulos de las prácticas y sustancias nutritivas contenidas en los tratamientos aplicados.

Los ADEVA de las variables evaluadas: Porcentaje de flores en Caída de Pétalos y Porcentaje de flores Cuajadas, no mostraron diferencias estadísticamente

significativas ni para repeticiones, ni para tratamientos, ya que en estos estados todavía no se hacen evidentes o visibles las manifestaciones producto de los tratamientos.

En el caso de los ADEVA para porcentaje de frutos abortados y porcentaje de frutos efectivos, si hubo diferencias estadísticamente significativas para tratamientos, aunque no para repeticiones destacándose los porcentajes más altos de amarre de frutos y frutos efectivos en los tratamientos que contenían soluciones nutritivas y biorreguladores y en forma inversa los porcentajes más bajos de aborto de estructuras.

En el ADEVA de la variable peso promedio de frutos cosechados, se encontraron diferencias altamente significativas tanto para tratamientos como para repeticiones, destacándose el efecto positivo en la obtención de frutos de mayor tamaño y mayor peso promedio con la aplicación de soluciones nutritivas y biorreguladores (T1, T2 y T4). Se confirma la efectividad del KNO₃ y GA₃ como sustancias promotoras del proceso de floración – fructificación en el Guanábano: 29,37 kg/planta en el T1 (mejor Tratamiento) frente a 9,57 kg/planta en el T8 (testigo), aspecto que se constituye en una alternativa interesante que aunque requiere de una inversión adicional, se justifica por su influencia en el incremento de la producción y la obtención de mayores ingresos para el productor.

El análisis de los resultados del estudio permitió comprobar la viabilidad técnica del mismo, aspecto que fue complementado con un examen de la viabilidad económica, para el que se utilizó la técnica del presupuesto parcial, mediante la cual se pudo establecer que con el T1 (mejor tratamiento) se obtuvo un incremento en producción 6,15 veces mayor que con el T8 (tratamiento testigo), con un incremento de costos de 267,92 dólares por hectárea/año.

Se recomienda que se realicen otros estudios adicionales con el fin de analizar la respuesta en otros espacios de exploración (sustancias y dosis) que permitan ajustar la recomendación final que debe difundirse a los productores, conjuntamente con otras prácticas importantes para el manejo de este cultivo.

VIII. SUMMARY

The present research took place in a soursoup farm located on Santo Domingo de los Tsáchilas province, Ecuador, on the main road from Santo Domingo to Quinindé, km 31. The study evaluates the effect of the application of different production techniques and nutritive agents or substances on some of the plants, and the persistence of floral and reproductive structures, as well as its effects on the production and productivity of the plantation.

In order to develop the research, there were 24 experimental units selected using specific criteria. The 24 units went under eight treatments where the objectives were to evaluate the effect and combination of some techniques (Pruning and branch scratching), bio-regulatory agents (GA3) and nutritive solutions (Potassium Nitrate and Ammonium Nitrate) determining the productivity and the persistence of floral and reproductive structures in order to analyze the economical and technical feasibility for those treatments.

There were 20 flowers identified and marked for each treatment, and the researcher observed their response to the techniques and substances applied.

In order to collect the data, a follow-up plan was designed. The plan included daily, weekly and semimonthly observations; and also data collection and data analysis using a format designed specifically for this purpose.

The statistics techniques used for the data analysis were ADEVA and Duncan Test. (one and five percent).

The research results suggest that the flowers of the soursoup trees responded in a different manner to the stimuli produced by the techniques and the nutritive substances applied.

The ADEVA of the evaluated variables (percentage of flowers presenting petals loss, percentage of developed flowers) did not show statistically significant differences,

neither for repetitions nor the treatments. This is attributed to the fact that the consequences of the treatments are not evident at this stage of the flowers development.

In the case of the ADEVA for the percentage of aborted fruits and effective fruits, the study did find statistically significant differences for the treatments, but not for the repetitions. It is important to point out that the greatest percentages of effective fruits were given for the treatments containing nutritive solutions and bio-regulators, which also showed the lowest percentage of fruit abortion.

For the ADEVA of the average weight variable of the harvested fruits, the study found important differences both for the treatments and repetitions. An important one was the positive effect on obtaining fruits with a higher average weight and size with the application of nutritive and bio-regulatory agents (T1, T2 y T4). It was also possible to confirm the effectiveness of the KNO₃ and GA₃ as the substances promoting the flowering and fruit bearing process of the tree. The results show that for T1 the productivity rate was 29,37 Kg/plant (as opposed to 9,57 Kg/plant for T8, the plant taken as a reference). This result illustrates an interesting alternative for the soursop grower, but it requires an additional investment that is in the end recovered with the increase of the production rate and higher revenues.

The analysis of the results enabled the researcher to prove the technical feasibility of the procedure. This was complemented with a financial feasibility test that used a partial budget. The financial feasibility test demonstrated that with T1 (the best treatment) the production increased 6,15 times compared to the T8 (the reference treatment), and it entailed an increase in the costs of 267,92 dollars per Hectare/year

It is recommended to develop additional research in order to analyze the response of the plants in other circumstances (different substances and doses). This additional research will allow an adjustment to the final recommendation that should be transmitted to the growers, together with other important practices in the managing of a soursop plantation.

IX. BIBLIOGRAFÍA

AGUSTI, M. 2003. Citricultura. 2da. ed. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 422 p.

BARAONA, M. 1989. La Guanábana. Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 58 p.

BRETAUDEAU, J. 1987. Poda e injerto de frutales. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 116 p.

CALZADA, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. 3^a. ed. Ed. Jurídica. Lima, Perú. 640 p.

CANNELL, M. 1983. Plant management in agroforestry: Manipulation of trees, population densities and mixtures of trees and herbaceous crops. In: Plant research and agroforestry, ICRAF. Nairobi, Kenya. pp. 455-487.

CENTRO AGRICOLA DE QUITO. 1992. Manual técnico del cultivo de la Guanábana. Corporación Andina de Fomento y Asistencia agroempresarial Agribusiness Cía. Ltda. Quito, Ecuador. 31 p.

CLAVIJO, J. 1989. Efecto y modo de acción de algunos reguladores de crecimiento. COMALFI. p. 18-20.

EL COMERCIO (AGROMAR). 2007. La Guanábana de la Península se abre Mercado en EE.UU. Enero 20. p. 9.

ELIZONDO, R. 1989. Consideraciones agroeconómicas del Guanábano (*Annona muricata* L.) en Costa Rica. MAG, ASOPROGUA, INA, UCR. San José, Costa Rica. 208 p.

ESCOBAR, W. y L.A. SANCHEZ. 1992. Fruticultura colombiana: Guanábano. Manual de asistencia técnica No. 57. ICA. Ed. Produmedios, Bogotá, Colombia. 100 p.

FUENTES, J.L. 1988. Botánica agrícola: Libros de capacitación agraria. Ed. Mundi-Prensa y MAPA. 2ª. ed. Madrid, España. 259 p.

GIL-ALBERT, F. 1997. Tratado de arboricultura frutal. Vol. V: Poda de frutales Ed. Mundi-Prensa-MAPA. Madrid, España. 206 p.

GUERRERO, R. 1990. El KNO₃ y la fertilización en mango. Documento mimeografiado. Bogotá, Colombia pp. 1-7.

GUZMAN, F. 1981. Eficiencia de la polinización artificial en las flores de Guanábana (*Annona muricata* L.). Facultad de Agronomía. Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia. 37 p.

HERNANDEZ, L. 1981. Efecto de reguladores de crecimiento en la formación de frutos partenocárpicos en Guanábana (*Annona muricata* L.). Tesis de grado. Universidad Autónoma Chapingo, México. 75 p.

HILL, L. 1985. Guía práctica de la poda. Ed. El Ateneo. Buenos Aires, Argentina. 204 p.

HUXLEY, P. 1983. Phenology of tropical woody perennials and seasonal crop plants with reference to their management in agroforestry systems. In: Plant research and agroforestry. ICRAF. Nairobi, Kenya. pp. 503-525

INEC. MAG – SICA. 2000. III. Censo Nacional Agropecuario. Resultados de la Provincia de Pichincha. Quito, Ecuador. 14 p.

LEIVA, E. y MONTEALEGRE, A. 1995. Efecto de la aplicación de Auxinas (ANA) y Giberelinas (GA₃) en la formación de frutos y semillas de

Guanábana (*Annona muricata* L.). Granja La Primavera. Tesis de grado. Facultad. de Agronomía. Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia. 189 p.

MAG-IICA. 2004. Identificación de mercados y tecnología para productos Agrícolas tradicionales de exportación: Guanábana. Convenio MAG-IICA. Quito, Ecuador. 27 p.

MIRANDA, D. y BARRETO, J.D. 2000. Evaluación del efecto de prácticas de manejo integrado del cultivo sobre la productividad de la Guanábana (*Annona muricata* L.) en huertos comerciales en el Depto. del Tolima. En: Informe técnico CORPOICA. Creced Norte del Tolima, Reg. 6. Ibagué, Colombia. 21 p.

MOSQUEDA, R. 1989. Sistemas de producción forzada en frutales tropicales: Revisión en piña y mango. En: Memorias del Simposium “Producción forzada en frutales”. Red de investigación en fruticultura tropical INIFAP, Centro Experimental Cotaxtla, Veracruz, México. 8 p.

PARKER, R. 2000. La ciencia de las plantas. Ed. Paraninfo-Thomson Learning. Madrid, España. 612 p.

PERRIN, R., WINKELMAN, E.R. MOSCARDI, y J.R. ANDERSON. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. CIMMYT. México, D.F. 54 p.

REBOUR, H. 1969. Los agrios: Manual práctico de Citricultura. Ed. Mundi-Prensa, 2ª ed. Madrid, España. pp. 202-284.

RODRIGUEZ, J. 1989. Inducción y diferenciación floral en frutales tropicales y Subtropicales: Una especie de revisión. En: Memorias del Simposium “Producción forzada en frutales”. Centro de Fruticultura, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 3 p.

ROLDAN, M. y MARTINEZ-ZAPATER, J.M. 2000. Floración y su control ambiental. En: Fisiología Vegetal. Azcón-Bieto, et.al. (ed.). Edit. McGraw Hill. Madrid. España. pp. 403-416.

SALISBURY, F.B. y C.W. ROSS. 2000. Fisiología de las plantas. Ed. Paraninfo - Thomson Learning. Madrid, España. 983 p.

VILLALTA, B. 1988. Estudio de la biología floral e identificación de agentes polinizadores de la Guanábana (*Annona muricata* L.) en la zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 58p.

VITERI, P.F. y N. SORIA. 2004. Efecto de la polinización manual en flores de Chirimoya (*Annona cherimola* M.) para incrementar el amarre, mejorar la forma y tamaño de los frutos. Reporte de pasantía. Granja experimental Tumbaco, INIAP. 8 p.

WEAVER, R. 1976. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas. México, D.F. 544 p.

X. ANEXOS

Anexo 1. Marcaje de árboles



Anexo 2. Marcaje de estructuras florales



Anexo 3. Flor Abierta (Estado IV)



Anexo 4. Anillado de rama



Anexo 6. Análisis de varianza variable porcentaje de flores en estado de caída de pétalos.

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Repeticiones	647,46	2	323,73	3,11	0,0763
Tratamientos	1285,35	7	183,62	1,76	0,1735
Error experimental	1457,84	14	104,13		
Total	3390,65	23			

CV = 14,63 %

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 104.1315 gl: 14

Repetición	Medias	n			
3	63,58	8	A		
2	69,33	8	A		B
1	76,29	8			B

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 104.1315 gl: 14

Tratamiento	Medias	n			
8	60,13	3	A		
6	60,29	3	A		
7	62,72	3	A		B
4	72,03	3	A		B
2	72,14	3	A		B
1	73,7	3	A		B
5	75,26	3	A		B
3	81,59	3			B

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

Anexo 7. Análisis de varianza variable número de flores abiertas

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Repeticiones	647,46	2	323,73	3,11	0,0763
Tratamientos	1285,35	7	183,62	1,76	0,1735
Error experimental	1457,84	14	104,13		
Total	3390,65	23			

CV = 14,63 %

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 104.1315 gl: 14

Repetición	Medias	n			
3	63,58	8	A		
2	69,33	8	A		B
1	76,29	8			B

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 104.1315 gl: 14

Tratamiento	Medias	n			
8	60,13	3	A		
6	60,29	3	A		
7	62,72	3	A		B
4	72,03	3	A		B
2	72,14	3	A		B
1	73,7	3	A		B
5	75,26	3	A		B
3	81,59	3			B

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

Anexo 8. Análisis de varianza variable porcentaje flores cuajadas

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Repeticiones	804,37	2	402,19	2,43	0,1237
Tratamientos	3122,3	7	446,04	2,7	0,0539
Error experimental	2312,4	14	165,17		
Total	6239,07	23			

CV = 28,75 %

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 165.1714 gl: 14

Repetición	Medias	n	
3	36,52	8	A
1	48,36	8	A
2	49,2	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 165.1714 gl: 14

Tratamiento	Medias	n			
6	26,44	3	A		
8	30,91	3	A	B	
7	39,22	3	A	B	C
3	41,75	3	A	B	C
5	49,57	3	A	B	C
4	52,16	3		B	C
2	57,3	3			C
1	60,2	3			C

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Anexo 9. Análisis de varianza variable porcentaje frutos amarrados

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Repeticiones	706,2	2	353,1	2,27	0,1404
Tratamientos	3838,33	7	548,33	3,52	0,0215
Error experimental	2181,05	14	155,79		
Total	6725,58	23			

CV = 29,54 %

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 155.7894 gl: 14

Repetición	Medias	n	
3	35,97	8	A
1	41,58	8	A
2	49,2	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas($p <= 0,05$)

Test : Duncan Alfa: 0.05

Error: 155.7894 gl: 14

Tratamiento	Medias	n			
7	24,85	3	A		
6	26,44	3	A		
8	30,91	3	A	B	
3	40,6	3	A	B	C
5	48,08	3	A	B	C
4	52,16	3		B	C
2	57,3	3			C
1	57,63	3			C

Letras distintas indican diferencias significativas($p <= 0,05$)

Anexo 10. Análisis de varianza variable porcentaje frutos efectivos

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Repeticiones	706,2	2	353,1	2,27	0,1404
Tratamientos	3838,33	7	548,33	3,52	0,0215
Error experimental	2181,05	14	155,79		
Total	6725,58	23			

CV = 29,54 %

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 155.7894 gl: 14

Repetición	Medias	n	
3	35,97	8	A
1	41,58	8	A
2	49,2	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 155.7894 gl: 14

Tratamiento	Medias	n			
7	24,85	3	A		
6	26,44	3	A		
8	30,91	3	A	B	
3	40,6	3	A	B	C
5	48,08	3	A	B	C
4	52,16	3		B	C
2	57,3	3			C
1	57,63	3			C

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Anexo 11. Análisis de varianza variable porcentaje frutos o estructuras abortadas

Cuadro de Análisis de la Varianza

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Repeticiones	706,2	2	353,1	2,27	0,1404
Tratamientos	3838,33	7	548,33	3,52	0,0215
Error experimental	2181,05	14	155,79		
Total	6725,58	23			

CV = 26,14 %

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 155.7894 gl: 14

Repetición	Medias	n	
2	40,8	8	A
1	48,42	8	A
3	54,04	8	A

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Test : Duncan Alfa: 0.05

Error: 155.7894 gl: 14

Tratamiento	Medias	n			
1	32,37	3	A		
2	32,7	3	A		
4	37,84	3	A	B	
5	41,92	3	A	B	C
3	49,4	3	A	B	C
8	59,09	3		B	C
6	63,56	3			C
7	65,15	3			C

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Anexo 12. Análisis de varianza variable peso promedio fruto (kg.)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Tratamiento	27,77	7	3,97	3,6	0,0015
Repetición	12,45	2	6,23	5,65	0,0045
Error experimental	136,71	124	1,1		
Total	174,12	133			

CV = 41,6 %

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 1.1025 gl: 124

Tratamiento	Medias	n		
6	1,83	8	A	
5	1,96	21	A	
3	2,16	14	A	
8	2,3	12	A	B
2	2,58	24	A	B C
4	2,63	22	A	B C
7	3,03	5		B C
1	3,22	28		C

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Anexo 13. Analisis de varianza variable rendimiento (kg/planta)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	1678,72	9	186,52	2,01	0,1167
Repetición	136,55	2	68,28	0,74	0,4968
Tratamiento	1542,17	7	220,31	2,37	0,0799
Error experimental	1299,24	14	92,8		
Total	2977,96	23			

CV = 68,36 %

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 92.8030 gl: 14

Tratamiento	Medias	n		
7	4,77	3	A	
6	5,33	3	A	
8	9,57	3	A	
3	9,83	3	A	
5	13,33	3	A	B
4	19,37	3	A	B
2	21,17	3	A	B
1	29,37	3		B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Anexo 14. Análisis de varianza variable porcentaje de frutos cosechados

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Repeticiones	316,45	2	158,23	0,97	0,4027
Tratamientos	3778,84	7	539,83	3,31	0,0269
Error experimental	2280,67	14	162,9		
Total	6375,97	23			

CV = 32,2 %

Test : Duncan Alfa: 0,05

Error: 162.9048 gl: 14

Tratamiento	Medias	n			
7	22,28	3	A		
6	26,44	3	A	B	
8	28,19	3	A	B	
3	36,97	3	A	B	C
5	43	3	A	B	C
4	47,29	3		B	C
1	54,3	3			C
2	58,65	3			C

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

XII. BIOGRAFIA DEL AUTOR

Sergio Esteban Cobos Marlés, hijo de Agustín Cobos Briceño y Beatriz Marlés Artunduaga, nació en Riobamba, Provincia de Chimborazo, República del Ecuador, el día 4 de Marzo de 1983.

A los once meses de su nacimiento sus padres se trasladaron a la ciudad de Santo Domingo de los Colorados, en donde hizo sus estudios primarios en la Escuela Pío XII de los Hermanos Maristas, durante el período comprendido entre Mayo de 1989 a Febrero de 1995.

A partir de Mayo de 1995 inició sus estudios secundarios en el Colegio Pío XII de los Hermanos Maristas, los cuales finalizó el 3 de Febrero del 2001, obteniendo el título de Bachiller en Ciencias con especialización en Físico-Matemáticas.

En Marzo del 2001 ingresó a la Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias de la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), sede Santo Domingo de los Colorados, de la cual egresó en el mes de Febrero del 2006.

Desarrolló su proyecto de tesis de grado basado en una investigación en Guanábano y culminó con la defensa de la misma el 18 de Septiembre del 2009.

Finalmente obtuvo su título de Ingeniero Agropecuario el día 23 de Octubre del 2009.

Se destacó en la práctica del deporte del basketball desde que fue estudiante en el Colegio Pío XII, en cuyo período formó parte del equipo de este deporte que representó al Cantón Santo Domingo en los Juegos Provinciales de Pichincha en las categorías sub-14 y sub-16. Posteriormente fue integrante del equipo en este mismo deporte, de la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE) en Santo Domingo de los Colorados. Actualmente practica el ciclismo de montaña y es integrante del Club de Ciclismo de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador con sede en Quito.