



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA
POLINIZACIÓN ARTIFICIAL EN EL CULTIVO DE
GUANÁBANA (*Annona muricata*) EN RÍO VERDE, SANTA
ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Tommy Willy Baquerizo Borbor

LA LIBERTAD, 2023



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA
POLINIZACIÓN ARTIFICIAL EN EL CULTIVO DE
GUANÁBANA (*Annona muricata*) EN RÍO VERDE, SANTA
ELENA**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Tommy Willy Baquerizo Borbor

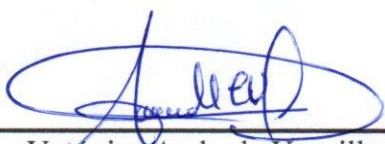
Tutora: Ing. Araceli Solís Lucas, Ph. D.

LA LIBERTAD, 2023

TRIBUNAL DE GRADO

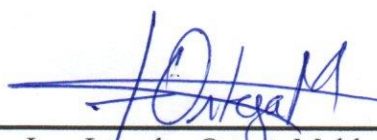
Trabajo de Integración Curricular presentado por **TOMMY WILLY BAQUERIZO BORBOR** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 03/03/2023



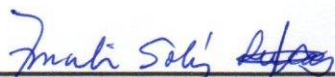
Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph. D.

**DIRECTORA DE CARRERA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Lourdes Ortega Maldonado, MSc.

**PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Ligia Araceli Solís Lucas, Ph. D.

**PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph. D.

PROFESORA GUÍA DE LA UIC



Ing. Washington Perero Vera, MSc.

SECRETARIO

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradecerle a Dios por la vida y la sabiduría para cumplir con los objetivos que me proponga. A mis padres Leonardo Baquerizo y Jessica Borbor por siempre apoyarme en todo lo que estuvo a su alcance durante toda mi vida estudiantil, a mis hermanas Sheyla, Mabel e Isis por todo el apoyo moral y también económico que recibí de su parte.

A mis mejores amigos, Omar, Marcelo, Roddick, Bryan, Carelys, Melany, Nallely y Cristina, con quienes vivimos muchas travesías durante todo el proceso de formación, que los quiero y estimo mucho.

A la Ing. Araceli Solís por la paciencia que tuvo hacia a mi durante el tiempo de escritura de este trabajo de investigación, también al Ing. Miguel Castillo por la ayuda dentro del Centro de Apoyo Río Verde.

A todos los docentes, quienes impartieron sus conocimientos durante todos los semestres que duró la carrera, además de la paciencia y amistad brindada.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena por haber permitido que formarme para mi vida profesional en tan prestigiosa institución.

Tommy Willy Baquerizo Borbor

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación es dedicado a Dios por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida.

A mis padres y hermanas por el apoyo incondicional durante todo este proceso de formación de mi vida procesional.

Tommy Willy Baquerizo Borbor

RESUMEN

El cultivo de guanábana posee flores hermafroditas; sin embargo, las características de su estructura floral no permite realizar una autofecundación óptima, ya que es complejo el acceso de agentes polinizadores, por lo que se recurre a la polinización artificial. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el comportamiento productivo de la polinización artificial en el cultivo de guanábana (*Annona muricata*) en Río Verde, Santa Elena. En un cultivo de 3 años de edad se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con dos polinizaciones que correspondieron a los tratamientos (T_1 =mañana y T_2 =tarde) y 10 repeticiones. Los principales materiales utilizados fueron un frasco oscuro para conservar el polen recolectado, un pincel para distribuir el polen recolectado en las flores seleccionas al azar. El procedimiento para la polinización artificial consistió en abrir con cuidado los pétalos de la flor seleccionada en estado IV, y masajear suavemente el pincel empapado de polen sobre el estigma, lo que indicaba su polinización. A las flores y plantas polinizadas se las identificó con una cinta para no volver a realizar este procedimiento. El análisis de varianza y comparación de medias aplicados a los datos, mostraron que la polinización realizada en horas de la mañana (T_1) tuvo mayores resultados con respecto a las variables cuaje de los frutos, circunferencia, longitud y frutos a ser cosechados. Por lo que se puede concluir, que la polinización artificial afecta positivamente el rendimiento del cultivo de la guanábana, y que las horas de aplicación óptimas son en horas de la mañana.

Palabras claves: Cuaje, desarrollo, hermafrodita, rendimiento

ABSTRACT

The cultivation of soursop has hermaphroditic flowers; however, the characteristics of its floral structure do not allow optimal self-fertilization, since the access of pollinating agents is complex, so artificial pollination is used. The present research work aimed to determine the productive behavior of artificial pollination in the cultivation of soursop (*Annona muricata*) in Río Verde, Santa Elena. In a 3-year-old culture, a completely randomized design (DCA) was applied, with two pollinations corresponding to the treatments (T_1 =morning and T_2 =afternoon) and 10 repetitions. The main materials used were a dark jar to preserve the collected pollen, a brush to distribute the collected pollen on randomly selected flowers. The procedure for artificial pollination consisted of carefully opening the petals of the selected flower in stage IV, and gently massaging the pollen-soaked brush onto the stigma, indicating its pollination. Pollinated flowers and plants were identified with tape so as not to perform this procedure again. The analysis of variance and comparison of means applied to the data, showed that the pollination carried out in the morning hours (T_1) had greater results with respect to the variables fruit setting, circumference, length and fruits to be harvested. So it can be concluded that artificial pollination positively affects the yield of the soursop crop, and that the optimal application hours are in the morning hours.

Keywords: Development, hermaphrodite, performance, setting

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado **“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA POLINIZACIÓN ARTIFICIAL EN EL CULTIVO DE GUANÁBANA (*Annona muricata*) EN RÍO VERDE, SANTA ELENA”** y elaborado por **Tommy Willy Baquerizo Borbor**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema Científico:.....	2
Objetivos.....	2
Objetivo General:.....	2
Objetivos Específicos:	2
Hipótesis:	2
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1 Generalidades del cultivo de guanábana	3
1.1.1 Descripción taxonómica.....	3
1.1.2 Descripción botánica.....	3
1.1.3 Requerimientos edafoclimáticos	4
1.2 Propagación	4
1.2.1 Sexual.....	4
1.2.2 Asexual	5
1.3 Conceptos generales sobre la poda en el guanábano.....	5
1.2.3 Tipos de poda.....	5
1.2.4 Prácticas complementarias a la poda	6
1.4 Biología y fisiología floral.....	6
1.4.1 Morfología floral.....	6
1.4.2 Desarrollo floral	7
1.4.3 Antesis o apertura floral.....	7
1.4.4 Caída de estructuras florales	8
1.4.5 Receptividad floral.....	8
1.4.6 Dehiscencia de las anteras	8
1.5 Polinización manual o artificial.....	8
1.6 Fructificación.....	9
1.7 Insectos plagas de la guanábana	9
1.8 Investigaciones similares realizadas	10
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	12

2.1	Caracterización del área.....	12
2.1.1	Características del suelo.....	12
2.1.2	Condiciones climáticas	12
2.2	Materiales	13
2.2.1	Material biológico.....	13
2.2.2	Equipos y herramientas.....	13
2.2.3	Material de oficina	13
2.3	Diseño experimental y tratamientos	13
2.4	Delineamiento del área experimental	14
2.5	Conducción o manejo del experimento	15
2.5.3	Poda del cultivo.....	15
2.5.4	Fertilización del cultivo	15
2.5.5	Control fitosanitario.....	15
2.5.6	Riego.....	15
2.5.7	Polinización artificial o manual	15
2.6	Parámetros evaluados	16
2.6.3	Porcentaje de flores cuajadas (%).....	16
2.6.4	Circunferencia de frutos.....	16
2.6.5	Longitud de frutos.....	16
2.6.6	Porcentaje de frutos a cosechar (%).....	16
2.6.7	Análisis estadístico de los resultados.....	16
	CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
3.1	Porcentaje de flores cuajadas.....	17
3.2	Circunferencia de frutos	18
3.3	Longitud de frutos	19
3.4	Porcentaje de frutos a cosechar	20
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	21
	Conclusiones.....	21
	Recomendaciones	21
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de tratamientos.	13
Tabla 2. Representación de grados de libertad.	14
Tabla 3. Delineamiento del área experimental.	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista satelital del Centro de Apoyo Río Verde.....	12
Figura 2. Croquis del cultivo de guanábana establecido en el Centro de Apoyo Río Verde y distribución de los tratamientos.....	14
Figura 3. Porcentaje de flores cuajadas en dos tiempos de polinización.....	17
Figura 4. Crecimiento de la circunferencia de los frutos durante 8 semanas bajo dos tiempos de polinización.....	18
Figura 5. Crecimiento de la longitud de los frutos durante 8 semanas bajo dos tiempos de polinización.	19
Figura 6. Porcentaje de frutos de guanábana próximos a cosechar.....	20

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla 1A. Circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 1

Tabla 2A. Análisis de Varianza de la circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 1

Tabla 3A. Circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 2

Tabla 4A. Análisis de Varianza de la circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 2

Tabla 5A. Circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 3

Tabla 6A. Análisis de Varianza de la circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 3

Tabla 7A. Circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 4

Tabla 8A. Análisis de Varianza de la circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 4

Tabla 9A. Circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 5

Tabla 10A. Análisis de Varianza de la circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 5

Tabla 11A. Circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 6

Tabla 12A. Análisis de Varianza de la circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 6

Tabla 13A. Circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 7

Tabla 14A. Análisis de Varianza de la circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 7

Tabla 15A. Circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 8

Tabla 16A. Análisis de Varianza de la circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 8

Tabla 17A. Longitud de los frutos de guanábanas en la semana 1

Tabla 18A. Análisis de Varianza de la longitud de los frutos de guanábanas en la semana 1

Tabla 19A. Longitud de los frutos de guanábanas en la semana 2

Tabla 20A. Análisis de Varianza de la longitud de los frutos de guanábanas en la semana 2

Tabla 21A. Longitud de los frutos de guanábanas en la semana 3

Tabla 22A. Análisis de Varianza de la longitud de los frutos de guanábanas en la semana 3

Tabla 23A. Longitud de los frutos de guanábanas en la semana 4

Tabla 24A. Análisis de Varianza de la longitud de los frutos de guanábanas en la semana 4

Tabla 25A. Longitud de los frutos de guanábanas en la semana 5

Tabla 26A. Análisis de Varianza de la longitud de los frutos de guanábanas en la semana 5

Tabla 27A. Longitud de los frutos de guanábanas en la semana 6

Tabla 28A. Análisis de Varianza de la longitud de los frutos de guanábanas en la semana 6

Tabla 29A. Longitud de los frutos de guanábanas en la semana 7

Tabla 30A. Análisis de Varianza de la longitud de los frutos de guanábanas en la semana 7

Tabla 31A. Longitud de los frutos de guanábanas en la semana 8

Tabla 32A. Análisis de Varianza de la longitud de los frutos de guanábanas en la semana 8

Figura 1A. Frasco de plástico para conservar el polen

Figura 2A. Empapando de polen el pincel para polinizar la flor seleccionada

Figura 3A. Polinizando la flor abriendo los pétalos, masajeando el estigma con el pincel empapado de polen

Figura 4A. Flor después de la caída de los pétalos comenzando a tener cambios a las 7 semanas de haber sido polinizada

Figura 5A. Erizo ya formado a las 8 semanas de haber sido polinizado

Figura 6A. Enfundado del fruto para protección de cualquier agente que pueda afectar su calidad

Figura 7A. Control de crecimiento de los frutos de guanábanas

Figura 8A. Control de crecimiento de los frutos de guanábanas

Figura 9A. Control de crecimiento de los frutos de guanábanas

Figura 10A. Guanábana próxima a ser cosechada resultado de la investigación

INTRODUCCIÓN

La guanábana es una fruta tropical que pertenece a la familia de las anonáceas, su distribución se extiende por todas las zonas tropicales de América; específicamente en las zonas cálidas de países como Ecuador, Brasil, Colombia, Venezuela y América Central (INIAP, 2014).

Esta fruta tropical tiene mucha fama a nivel mundial, además de ser la más comerciada por su sabor en el mercado de las exóticas. Colombia no se queda atrás a pesar de que se produce más de cien mil toneladas al año de esta especie, liderado por Brasil y México. Los cultivos son atemporales y más fuertes, para su distribución y exportación se cuenta con suficiente producto para que las empresas dedicadas puedan generar más negocio (López, 2019).

En Ecuador este frutal es considerado uno de los más prometedores debido a que su costo es muy llamativo dentro de los mercados. La provincia de Santa Elena y Guayas tienen las principales áreas del cultivo, en su mayor parte tecnificados; en otras zonas como el sur de Manabí y parte de Santo Domingo de los colorados este frutal crece de manera endémica, en donde la gente de estas comunidades se dedican a recolectar esta fruta de una manera totalmente orgánica (Triviño, 2018).

La provincia de Santa Elena debido a su luminosidad, características del suelo cercano al océano, es considerada uno de los lugares más propicios para la siembra del cultivo de guanábana. A inicios del año 2007 en el Rancho la Alegría se llegó a cosechar 1200 kg de fruta (Vargas, 2015).

Este cultivar tiene gran importancia en varios ámbitos como en la alimentación debido a que su fruto se caracteriza por sus propiedades nutricionales, brindando calorías, proteínas, carbohidratos, además de grasa y fibra, también elementos como hierro, fósforo, calcio y vitaminas, en cuanto a la medicina se utilizan partes del árbol de algunas especies para medicamentos populares por lo que se ha encontrado por la industria farmacéutica componentes químicos en hojas y cortezas (Hernández *et al.*, 2013).

Sin embargo, la producción de guanábana es muy baja ya que la polinización de este cultivo es escasa debido a la estructura floral que posee, pues impide el ingreso de agentes polinizadores de manera natural ya que las flores sufren protoginia, por lo que, se presenta el tema de investigación comportamiento productivo de la polinización artificial en el cultivo

de guanábana (*Annona muricata*) en Río Verde, Santa Elena, el cual busca investigar los efectos de la polinización artificial como una solución a la problemática planteada.

Problema Científico:

¿Cómo afectará la polinización artificial al comportamiento productivo en el cultivo de guanábana (*Annona muricata*) en Río Verde, Santa Elena?

Objetivos

Objetivo General:

Evaluar el comportamiento productivo de la polinización artificial en el cultivo de guanábana (*Annona muricata*) en Río Verde, Santa Elena.

Objetivos Específicos:

1. Determinar el tiempo adecuado de la polinización artificial en el cultivo de guanábana (*Annona muricata*) para la mejora de su producción.
2. Evaluar el rendimiento de la polinización artificial en relación a los frutos próximos a ser cosechados en el cultivo de guanábana (*Annona muricata*).

Hipótesis:

La polinización artificial no afecta el rendimiento productivo del cultivo de guanábana.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Generalidades del cultivo de guanábana

El guanábano es perteneciente a la familia Anonáceas y son caracterizadas como plantas leñosas con la forma de sus hojas enteras, no poseen estípulas, las flores que genera este cultivo son hermafroditas y su fruto es considerada una baya siempre en conjunto formando un fruto colectivo. Esta fruta comprende unas 120 especies y actualmente en el sudeste de Asia, en las islas Filipinas, además de América tropical y subtropical se cultivan (Sephu, 2010).

1.1.1 Descripción taxonómica

Según Cobos (2019), la guanábana tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino : Plantae

Division : Magnoliophyta

Clase : Magnoliopsida

Orden : Magnoliales

Familia : Annonaceae

Género : *Annona*

Especie : *muricata*

1.1.2 Descripción botánica

Esta planta se caracteriza por una raíz superficial poco profunda distribuyéndose a una profundidad del suelo de 60 cm. La profundidad efectiva del suelo está relacionado con este factor que puede ser variable. En árboles de 7 a 8 años de edad sus raíces pueden penetrar hasta un 80% es decir 80 cm en suelo con profundidades superiores a 60 cm (Miranda *et al.*, 2002).

La altura de este árbol puede variar entre 4 y 10 m, dependiendo de sus características genéticas y habitad para su desarrollo. Solo presenta un tallo del cual deriva ramificaciones simétricas y desarrolla una copa generalmente en forma cónica (Gutierrez, 2014).

El conjunto de las hojas o follaje no es abundante, sus gruesas hojas o coriáceas, de un color verde oscuro y brillantes, además de grandes. Cuando se frota en las manos tiene un olor penetrante lo cual es una características de las hojas de este árbol (Vargas, 2015).

A lo largo del tallo se encuentran las flores que son solitarias, las cuales poseen 3 sépalos, ovados con un tamaño de 5 milímetros de largo; con 6 pétalos los cuales están divididos en 3 interiores que son delgados y pequeños, y 3 exteriores, son ovados y gruesos que miden de 2 a 3 centímetros de largo (Sephu, 2010).

El fruto se denomina una baya colectiva de forma ovoide el cual tiene una tonalidad verde oscuro, cubierto de espinas que señalan o apuntan hacia el ápice. En cuanto al tamaño y peso del fruto existe mucha variabilidad, fluctuando entre 1 y 8 kg dependiendo de las características genéticas del cultivo sembrado (Cobos, 2009).

1.1.3 Requerimientos edafoclimáticos

1.1.3.1 Requerimientos climáticos

El guanábano es resistente al frío y requiere de climas más tropicales, frescos y calurosos. Es cultivada generalmente en regiones tropicales, a altitudes inferiores a 1200 msnm, con temperaturas entre 25 y 28 grados centígrados, una humedad relativa entre 60 y 80% y precipitaciones anuales de 1500 mm (Pinto *et al.*, 2005).

1.1.3.2 Requerimientos edáficos

Estos árboles no son muy exigentes con el tipo de suelo, pero tienen una mejor producción en suelos fértiles, bien aireados, con buen drenaje y buena profundidad, ricos en materia orgánica, suelos con pH desde 5.5 hasta 7.5 los cuales pueden variar el tipo de suelo (Chávez, 2022).

1.2 Propagación

1.2.1 Sexual

La semilla se la selecciona muy cuidadosamente, esta debe proceder de árboles viejos con más de unas décadas de edad, resistentes a plagas, productivas y con una buena calidad en sus frutos, los frutos de las cuales se extrae la semilla deben presentar de igual manera las mejores características para ser seleccionados, las semillas deben pasar por un proceso para poder ser utilizadas, se separa la pupa de la semilla para después lavarlas y desinfectarlas para evitar algún patógeno, se secan y podrán sembrarse en 8 días (Meza and Bautista, 2004).

1.2.2 Asexual

Para realizar ese tipo de propagación se utiliza cualquier parte de la planta, el injerto es el método más utilizado, entre los más exitosos están el injerto de púa terminal, púa de costado y empache lateral, principalmente se debe generar arboles patrones, para su selección debe presentar características ideales como ser tolerantes a factores abióticos adversos, además de ser resistente a plagas y enfermedades (Soplin, 2015).

1.3 Conceptos generales sobre la poda en el guanábano

Según Valentini and Arroyo (2003), esencialmente la poda consiste en cortar un segmento de un arbusto, un árbol o una planta que produce flores con el proposito de brindar una ayuda a la naturaleza con el fin de beneficiar al hombre. Consiste en realizarle un conjunto de operaciones directamente sobre la estructura de la planta con el fin de:

- Modificar y/o controlar el tamaño
- Formar la planta y reglar la produccion de flores y frutos

1.2.3 Tipos de poda

Según Graziano (2013) existen tres tipos de poda:

- De formación
- De limpieza y rejuvenecimieneto
- De floración o fructificación

La poda de formación es la que se realiza para orientar su desarrollo en las plantas jovenes, durante los primeros cuatro años desde que es plantada, hasta que se obtenga una forma deseada de la copa.

La poda de limpieza y rejuvenecimiento esta actividad se realiza en la planta cuando ya está formado eliminando ramas rotas, viejas o enfermas además de chupones. Se la realiza al final de la cosecha y se puede aprovechar para cortar ramas viejas que ya hayan producido para que las nuevas ramas se encarguen de la fructificación. En este tipo también se pueden eliminar ramas para controlar la altura de la planta y las ramas guía.

La poda de floración y fructificación el desarrollo de las yemas de las flores es su objetivo, guardando la producción de frutos y de hojas de manera equilibrada. Cuando la planta entra en producción se debe realizar esta poda (Graziano, 2013).

1.2.4 Prácticas complementarias a la poda

Según Casierra and Fisher (2012), la mayoría de estas prácticas se las realizan en épocas diferentes a la poda y durante la formación de la planta:

Desyemado, se realiza de manera manual o utilizando una navaja, se cortan yemas que darán inicio a ramas con ángulos cerrados.

Pinzamiento, se corta la porción terminal de un brote o rama, en árboles jóvenes o procesos de formación se emplea este método, se denomina a esta poda como más vigorizante porque las siguientes yemas restituyen la dominancia apical.

Aclareo de ramas, se corta un brote o una rama completa, se considera la menos vigorizante y esta mantiene la copa de forma más natural.

1.4 Biología y fisiología floral

1.4.1 Morfología floral

Las flores son hermafroditas, de olor fuerte, se ubican en ramas pequeñas y axilares, brotan en zonas con mayor lignificación. El pedicelo está cubierto con vellosidades de una longitud de 3 a 5 centímetros. Es poseedor de tres sépalos libres, pequeños relativamente iguales, coriáceos y pubescentes, su disposición en el botón floral es de tipo valvar (Gutierrez, 2014).

Su corola se forma por un total de 6 pétalos distribuidos en dos hileras, 3 en el exterior, además de su forma corazón y de color amarillo verdoso y sus bordes se unen formando un capullo, en cuanto a los pétalos interiores su forma es cóncava y redondeados, reducidos en la base y anchos en el ápice, más pequeños y delgados y del mismo color que los exteriores.

El androceo se encuentra localizado en la parte media del receptáculo consta de muchos estambres con cuatro sacos polínicos, están distribuido de manera espiral alrededor del ovario, estos filamentos además de ser densamente pubescente, son gruesos y cortos, el conectivo es aplanado y engrosado, además contienen gran número de pistilos que son angostos, blancos y compactos (Miranda *et al.*, 2002).

El gineceo es la última parte de la flor y está conformado por alrededor de 290 a 380 carpelos ocupando la parte superior del receptáculo formando un cono, posee un gran número de estigmas que son blanquecinos y esponjosos, estos producen mucilago cuando son

receptivos, por medio de estilos que no se divisan desde el exterior de la flor están unidos al ovario, es uniovulado, pluricarpelar y súpero.

El crecimiento es lento una vez activada la yema floral, alrededor de 58 días. En cambio el crecimiento se acelera cuando pasa a ser un botón de un centímetro de largo, los estados de apertura floral se comienzan a diferenciar, la flor pierde por ultimo sus estructuras después de presentarse la polinización, 125 días después de la activación de la yema aproximadamente (Vargas, 2015).

1.4.2 Desarrollo floral

A medida que se va desarrollando el botón va tomando un color verde opaco, diferenciándose los sépalos y los pétalos exteriores, la apariencia de capsula redondeada se la dan los pétalos ya que se encuentran unidos por sus márgenes y su acorazonada forma (Soplin, 2015).

A partir del inicio de la yema floral hasta el momento antes de la antesis el tiempo que tarda fluctúa alrededor de 60 y 82 días, cuando el botón alcanza un diámetro de 25-33 mm, la flor sigue aumentando de tamaño hasta llegar a la medida de 33-35 mm (Sánchez, 2018).

1.4.3 Antesis o apertura floral

En el Estado I de apertura floral los pétalos se comienzan a separar por sus márgenes basales (Escobar *et al.*, 1986).

La receptividad estigmática se distingue por la presencia de un líquido viscoso sobre los estigmas.

En el Estado II se separa el extremo distal o ápice de la flor, lo que generalmente ocurre en horas de la mañana; aumenta la secreción del líquido viscoso y llega a su fin el crecimiento del botón floral.

En el Estado III los pétalos exteriores se proyectan hacia afuera hasta la mitad de su capacidad y se tornan amarillo-verdosos, ocurre mayor secreción del líquido estigmático y la masa apretada de estambres no dehiscentes aún aparenta una coloración amarillo oscura. Se dice que la flor está semiabierta.

En el Estado IV finaliza la apertura floral. Los pétalos exteriores se proyectan hacia afuera hasta su máxima capacidad y se tornan de color azufrado, baja la viscosidad estigmática y ocurre la dehiscencia de las anteras, la masa apretada de estambres es de coloración crema. Se dice que la flor está abierta.

Es importante anotar que aunque los pétalos interiores no abren, son un poco más libres o separados en los estados III y IV. La duración de la apertura floral varía entre 95 y 132 horas (Gutierrez, 2014).

1.4.4 Caída de estructuras florales

Después de 12 a 24 horas del final de la antesis los pétalos exteriores e interiores se desprenden de los estambres y estigmas del receptáculo, el desprendimiento ocurre en un orden variable: cuando los pétalos caen, también pueden hacerlo los estambres o después, generalmente los estigmas se desprenden al mismo tiempo que los estambres, aunque pueden realizarlo antes o después. Al terminar el cáliz permanece, también el receptáculo que es el resguarda los ovarios además de los estilos y el pedúnculo (Franco, 2022).

1.4.5 Receptividad floral

El tiempo de la receptividad comienza al inicio de la apertura floral y perdura hasta la caída de los estigmas es de 107 a 156 horas, existen unas horas picos entre las 72 y 108 horas en donde la secreción estigmática es superior que corresponde al estado de la flor semiabierta (Soplin, 2015).

1.4.6 Dehiscencia de las anteras

La unión de las parejas de sacos polínicos hacia los lados opuestos y desde la base de la estructura polínifera desde la parte superior ocurre en los estambres, correspondiente al estado de la flor abierta se presenta entre las 95 y 132 horas de antesis, teniendo en cuenta que la masa de estambre se encuentra apretada impidiendo la liberación del polen, durante el desprendimiento de las estructuras caducas el polen puede estar disponible de 12 a 24 horas (Sánchez, 2018).

1.5 Polinización manual o artificial

La principal causa de la baja producción y mínima formación de los frutos es debido a una deficiente polinización señalan estudios sobre los fenómenos reproductivos de este cultivar, todo esto debido a que sus flores aun siendo estas hermafroditas, sufren fisiológicamente de

protoginia, aparte de que la morfología o estructura de la flor restringe el ingreso de insectos que realizan la función de polinizadores en los estados de receptividad estigmática (Rochina, 2022).

Para mejorar lo antes mencionado se recurre a establecer varios métodos de polinización manual o artificial que consiste en la preparación de las flores el día antes de la polinización observando las flores bien abiertas cuando los ganchos de las anteras comiencen a separarse y el androceo tome un color cremoso, en bolsas de papel o plásticas al día siguiente recolectando el polen en recipientes de vidrio para después utilizarlo en la polinización con la ayuda de un pincel en las flores que existan receptividad estigmática como características principal la presencia de un líquido visco o mucilago sobre los estigmas (Miranda *et al.*, 2002).

1.6 Fructificación

La flor pierde sus estructuras cuando es polinizada la flor, puede continuar su desarrollo hasta convertirse en un fruto maduro o entra en latencia, cuando en la superficie de la flor se observan pequeñas cuarteaduras se sabe que esta fase se ha activado. El tiempo promedio que transcurre desde el momento de activación del crecimiento del fruto hasta cuando llega a la madurez de cosecha es de 220 días (Sánchez, 2018).

El fruto es una baya colectiva, corpófilo subulado y robusto de color verde oscuro y de forma ovoide, puede medir de 14 a 35 centímetros de largo por 10 a 15 de ancho; la cáscara es delgada y coriácea, superficie recubierta de espinas suaves, la pulpa es cremosa y de color blanco con contenidos de azúcares alto, principalmente fructosa, pectina y glucosa (Miranda *et al.*, 2002).

1.7 Insectos plagas de la guanábana

La *Toxoptera aurantii* se encuentran generalmente en el envés de las hojas, retoños jóvenes, flores y pedúnculos; las hojas jóvenes atacadas se enrollan y el ápice se torna curvo hacia abajo, los pedúnculos de los frutos se debilitan, se tornan negros y se caen. En ataques severos, los retoños nuevos pueden ser destruidos. Esta plaga constituye un serio problema en plantas en viveros y sobre todo en injertos jóvenes. La mielecilla excretada por los áfidos se acumula en el haz de las hojas y sobre los frutos, estimulando el crecimiento de fumagina lo cual disminuye la fotosíntesis. Además esta especie es vector del virus de la tristeza de los cítricos, el cual causa el marchitamiento del follaje y posteriormente la muerte de los

árboles. Esta plaga es importante, principalmente, en viveros y como vectores de virus fitopatógenos (Noboa, 2021).

La *Pinnaspis strachani* en sus primeras instancias caminan por los brotes tiernos y frutos, después se fijan al tejido donde alcanzan su madurez. Esta plaga infesta directamente al fruto por lo que sí es atacado fuertemente puede llegar a deformarlo y darle un mal aspecto para la comercialización. En las épocas secas es cuando este es más fuerte. Las ninfas y los adultos se alimentan de los jugos de las frutas y brotes tiernos. (Vargas, 2015).

Las *Planococcus citri* o cochinillas se alimentan de la savia de las plantas y provocan daños a las mismas por ser vectores de patógenos; la extracción de savia se lleva a cabo por las ninfas y hembras adultas en su proceso de alimentación, a la vez inyectan una toxina, transmiten virus o excretan ligamaza (líquido azucarado) que sirve de medio para el establecimiento de hongos (fumaginas) sobre la superficie de los órganos atacados, los síntomas causados por la infestación de los diferentes órganos son los siguientes: deformaciones de las yemas terminales y axilares, secamiento y caída de flores, frutos pequeños y deformes, los cuales sufren caída por el impacto de las toxinas inyectadas; por último, el hospedero severamente infectado puede morir (Vidal, *et al.*, 2014).

La *Trigona ssp* es denominada como arragre, ajena negra o avispa. Los hospedantes principales se encuentran la guanábana, la maracuyá, el cacao y cítricos. Se alimentan de los márgenes de las hojas, de brotes de las yemas, en cuanto a los brotes florales ocasiona la pérdida del número de frutos, pueden ocasionar cicatrices cuando se alimentan de la epidermis del fruto, lo cual facilita el ingreso de patógenos, por el daño cosmético ocasionado el fruto pierde valor comercial (Coto and Saunders, 2001).

1.8 Investigaciones similares realizadas

Mediante una polinización manual, recolectando las flores en estado IV como donadoras de polen en la tarde del día anterior a polinizar, polinizando las flores en estado III se obtuvo como resultado un cambio en la morfología de la flor a los 55 días después de haber polinizado, un 69.9% de cuaje debido a la polinización manual y de manera natural 20.6%; después de los 70 días continuo con un desarrollo óptimo para posteriormente mantenerse, los frutos obtenidos de manera natural obtuvieron mayor peso que los de manera artificial (Porrás *et al.*, 2006).

Cárdenas (2003) experimentó de varias maneras la recolección del polen para la polinización como la hora de recogerlo en el campo, horas de almacenamiento, tipos de almacenamiento y estados en que se encontraba la flor, manifestando que mientras más transcurra el tiempo de almacenamiento menos viable se vuelve, polinizando las flores con el polen recogido en la mañana se obtuvo el mayor porcentaje de germinación, el mismo disminuye con el tiempo.

Muñoz (2018) da a conocer que en su experimentación sobre polinización manual en zapallo obtiene valores de 6 frutos por plantas, con diámetros de 27 a 31 cm, una longitud de 21 hasta 25 cm, además de un peso de 8 a 10 kg, dependiendo de los diferentes tratamientos de protección del pistilo que aplicó.

Según Andino (2014), utilizando dos métodos de polinización en chirimoya, como un insuflador y un pincel, polinizando diferente número de flores por tratamientos obtuvo mayores porcentajes de cuaje con el uso del insuflador que con el pincel pero no representó estadísticamente diferencia significativa.

Reyes and Chong-Qui (2021) dan a conocer que mediante el uso de diferentes tratamientos compuestos como polinización asistida, además de fertilización en el cultivo de palma aceitera, adquirió porcentajes de 95.56 sin diferencias significativa con respecto a los otros tratamientos, en cambio al peso del racimo existió desigualdad con valores de 26.93 kg de 21.98 kg como menor peso.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización del área

La presente investigación se realizó en el Centro de Apoyo Río Verde, comuna Río Verde de la provincia de Santa Elena, como lo muestra la Figura 1, la cual está ubicada en el km 35 de la vía Salinas – Guayaquil, las coordenadas geográficas WGS84 referenciales son: latitud -2.304865, longitud -80.698966, altitud 54 msnm (Balmaseda and Ponce de León, 2019).



Figura 1. Vista satelital del Centro de Apoyo Río Verde.

2.1.1 Características del suelo

El suelo que predomina en el Centro de Apoyo es del orden Aridisoles y su clase textural es franco-arcillo-arenosa, por consecuente hace que el suelo tenga una buena retención de nutrientes y humedad, lo cual permite que las raíces penetren el suelo aireándolo de una manera favorable, no es muy fértil debido a que contiene fosforo, potasio y materia orgánica en bajos contenidos (Balmaseda and Ponce de León, 2019).

2.1.2 Condiciones climáticas

El clima se caracteriza por tener dos estaciones al año, determinando el invierno (diciembre - abril) meses con precipitaciones aproximadas de 125 a 150 mm/año y el verano (mayo – noviembre) meses secos de 0.2 mm/mes que se presentan acompañados de la corriente fría de Humboldt, con una humedad relativa promedio del 80% y temperaturas entre 21 a 27 °C (Cruz, 2019).

2.2 Materiales

2.2.1 *Material biológico*

El estudio se realizó en el cultivo de guanaba (*Annona muricata*) con 3 años de edad, establecido en el Centro de Apoyo Río Verde.

2.2.2. *Equipos y herramientas*

- Sierras
- Azadón
- Bomba-motor
- Vasos plásticos
- Frasco plástico
- Pincel
- Cinta métrica
- Cintas de identificación
- Fundas plásticas
- Insumos
- Oxithane (Dow AgroSciences)
- Nitrato de potasio

2.2.3 *Material de oficina*

- Cuadernos
- Esferos
- Laptop

2.3 Diseño experimental y tratamientos

La presente investigación se realizó con un diseño completamente al azar (DCA), conformado por dos tratamientos con 10 repeticiones (1 planta es igual a una 1 repetición, cada repetición constó de 10 flores). El primer tratamiento se constituye de una polinización en la mañana (T₁) y el segundo tratamiento una polinización en la tarde (T₂), como se detalla en la Tabla 1, las fuentes de variación y los grados de libertad los muestra la Tabla 2.

Tabla 1. Descripción de tratamientos.

Identificación de tratamientos	Descripción
T ₁	Polinización en la mañana
T ₂	Polinización en la tarde

Tabla 2. Representación de grados de libertad.

Fuente de variación	Fórmula	GL
Tratamientos	$t - 1$	1
Error experimental	$t (r - 1)$	9
Total	$(tr-1)$	19

2.4 Delineamiento del área experimental

El área total del experimento constó de 2944 m². Las plantas estuvieron distribuidas, 6 m entre filas y 5 m entre plantas, con 8 hileras de 5 a 13 plantas cada una, un número de 77 plantas en total, con un margen de 2 metros, como se detalla en la Tabla 3, la Figura 2 muestra el croquis del cultivo y la distribución de los tratamientos.

Tabla 3. Delineamiento del área experimental.

Número de tratamientos	2
Número de repeticiones	10
Unidades experimentales	20
Flores por repetición	10
Distancia entre hileras (m)	6
Distancia entre plantas (m)	5
Número de plantas	77
Número de plantas por hileras	5 a 13
Número de hileras	8
Área total del experimento (m ²)	2944

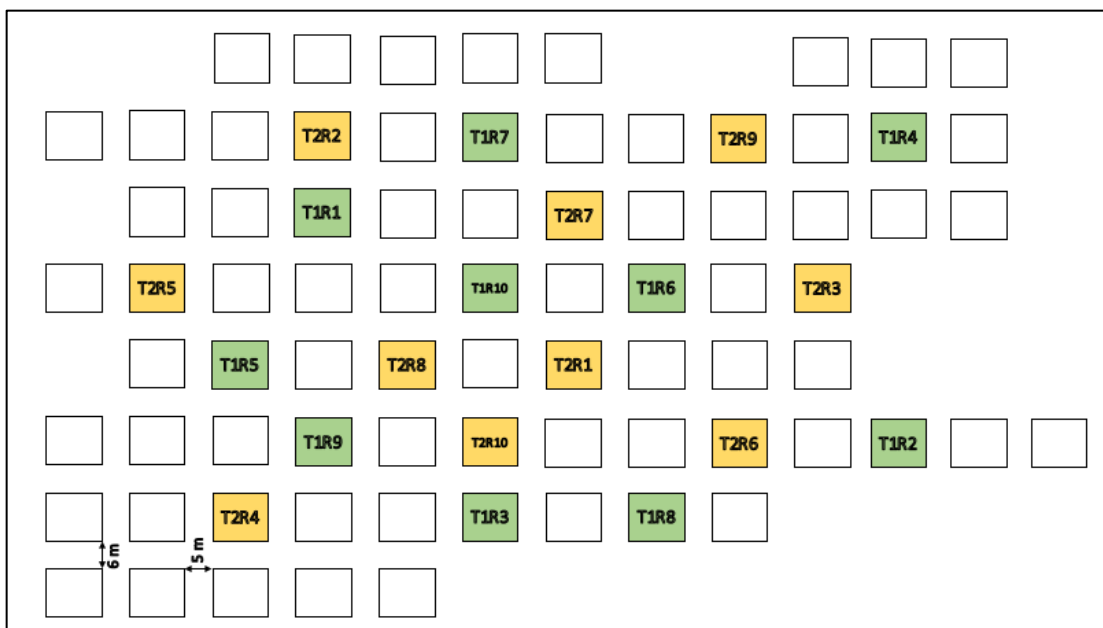


Figura 2. Croquis del cultivo de guanábana establecido en el Centro de Apoyo Río Verde y distribución de los tratamientos

2.5 Conducción o manejo del experimento

2.5.3 Poda del cultivo

Se realizó una poda de mantenimiento utilizando una sierra para cortar las ramas innecesarias, también limitando su crecimiento y estas se mantengan a una altura alrededor de 2 metros a 2 metros y medio, además de ayudar en la absorción de nutrientes de una próxima fertilización.

2.5.4 Fertilización del cultivo

Realizando 6 huecos a 1 metro distancia del tallo se distribuyó 150 gramos de nitrato de amonio para que las plantas absorban estos nutrientes y los frutos tengan un mejor crecimiento.

2.5.5 Control fitosanitario

Utilizando una bomba-motor se fumigó todas las plantas del cultivo con un caldo compuesto por 300 cc de insecticida cipercol + 400 gramos de fungicida trivía + 100 cc de acaricida verlag en 150 litros de agua.

2.5.6 Riego

El cultivo se riega 3 veces a la semana durante dos horas recibiendo por planta 150 litros de agua.

2.5.7 Polinización artificial o manual

Para realizar la polinización artificial se siguió los siguientes pasos, según Miranda *et al.* (2002).

a) Selección de flores donadoras de polen

Las flores en estado IV que se encontraban ubicadas en ramas débiles fueron sacrificadas como donadoras de polen, en horas de la tarde fueron envueltas con una funda para su recolección al siguiente día.

b) Recolección del polen

Al siguiente día en horas de la mañana se recogió la funda con cuidado para no dejar caer el polen ya desprendido de la flor, almacenándolo en un frasco donde no le dé la luz solar, para posteriormente usarlo.

c) Polinización artificial

Observando todos los arboles del cultivo se identificaron las flores que se encuentren en estado IV y a la vez se encuentren ubicadas en ramas gruesas y seguras para poder polinizarlas, cuidadosamente se abrieron los pétalos interiores, con un pincel empapado del polen, se masajeó suavemente sobre el estigma, este procedimiento se repitió para los dos tratamientos. Después de que el fruto cuajó se le protegió de los insectos con una funda plástica la cual también sirvió para identificarlos escribiendo sobre ellas.

2.6 Parámetros evaluados

2.6.1 Porcentaje de flores cuajadas (%)

Esta variable se calculó de acuerdo al número de flores cuajadas con respecto al número de flores polinizadas.

$$\% \text{ De flores cuajadas} = \text{N}^\circ \text{ de flores cuajadas} \times \frac{100}{\text{N}^\circ \text{ de flores polinizadas}}$$

2.6.2 Circunferencia de frutos

Después de que las flores cuajaron, semana a semana y elevando la funda protectora, con una cinta métrica se midió la circunferencia del fruto siempre tomando la medida de la parte céntrica este.

2.6.3 Longitud de frutos

Así mismo subiendo la funda protectora con la cinta métrica se midió semana a semana la longitud del fruto después de que cuajó, midiendo desde el pedúnculo del fruto hasta la punta del mismo.

2.6.4 Porcentaje de frutos a cosechar (%)

Se calculó esta variable realizando un conteo de todos los frutos que estuvieron próximos a ser cosechados con respecto al número total de frutos al finalizar la investigación.

$$\% \text{ De frutos a cosechar} = \text{N}^\circ \text{ de frutos a cosechar} \times \frac{100}{\text{N}^\circ \text{ total de frutos}}$$

2.6.5 Análisis estadístico de los resultados

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza con un nivel de significancia al 5%, en el programa estadístico INFOSTAT.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Porcentaje de flores cuajadas

En la Figura 3 se muestra los resultados de la variable porcentaje de flores cuajadas, en la que se puede observar que la polinización en la mañana (T_1) tuvo un valor de 90% de cuaje, en comparación a la polinización en la tarde (T_2) que solo alcanzó a obtener un 60% de cuaje que corresponde al valor más bajo.

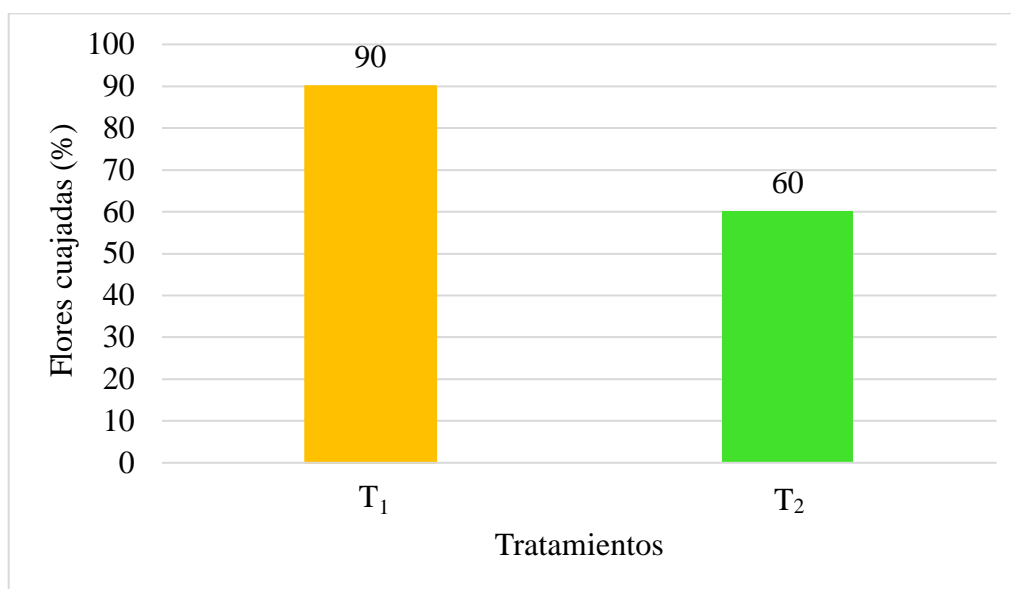


Figura 3. Porcentaje de flores cuajadas en dos tiempos de polinización

Los resultados obtenidos en esta variable difieren con los alcanzados por (Rodríguez, 2022) manifiesta valores de cuaje de las flores de 72.10% como máximo, a diferencia del presente trabajo de investigación donde el polen fue utilizado al instante después de haber sido extraído, el autor antes citado conservó el polen por un número de horas determinado para después realizar la polinización artificial de dos maneras diferentes.

Los valores similares a la presente investigación fueron obtenidos por Cobos (2009), mediante el uso de varias soluciones nutritivas, biorreguladores y prácticas agronómicas en el cultivo de guanábana obtuvo valores en el porcentaje de cuaje en más de la mitad de sus tratamientos de 40 a 60%, también se realizaron las prácticas de podas en las dos investigaciones.

Quezada (2022) da a conocer que realizando varias fertilizaciones edáficas con diferentes enmiendas cada una obtuvo valores de porcentaje de cuaje de guanábana de 20.10% como

mínimo, de acuerdo a la metodología realizada por este autor y la realizada en esta investigación son diferentes por lo tanto los valores no se aproximan a los obtenidos.

Se presume que los valores obtenidos en esta investigación se deben a que el polen se utilizó al instante después de haberlo recolectado para evitar inconvenientes con la humedad y temperatura del lugar, según Cárdenas (2003), mientras más transcurra el tiempo de almacenamiento del polen este pierde viabilidad ya sea por la humedad o la temperatura del ambiente por lo tanto se debería polinizar en el instante para alcanzar mayor porcentaje de frutos, aceptando lo anterior mencionado.

3.2 Circunferencia de frutos

Los datos obtenidos cada semana durante las 8 correspondientes, no presentaron diferencia significativa a excepción las semanas 2 y 3; el coeficiente de variación fue aceptable para este tipo de investigación. Las Tablas de los análisis de varianza de cada semana se encuentran ubicadas en los anexos (Tabla 2A, 4A, 6A, 8A, 10A, 12A, 14A y 16A).

La Figura 4 indica el crecimiento de la circunferencia de los frutos de guanábana evaluados durante 8 semanas donde se puede observar que desde la semana 1 hasta la semana 5, tanto el T₁ como el T₂ tuvieron un crecimiento progresivo para después mantenerse en valores similares hasta la semana 8, conservando una diferencia mínima entre los 2 tratamientos mencionados.

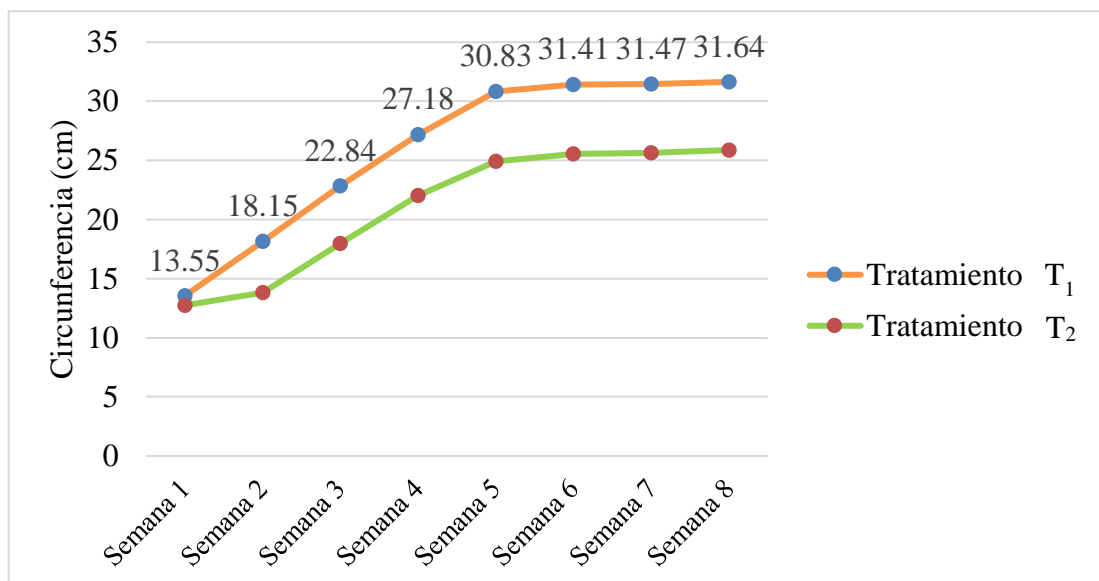


Figura 4. Crecimiento de la circunferencia de los frutos durante 8 semanas bajo dos tiempos de polinización

Los valores obtenidos en la presente investigación con respecto a esta variable difieren con los de Tomalá (2022), los valores de circunferencia de los frutos obtenido en su investigación, fueron de 5.24 cm y 3.34 cm como máximo y mínimo, respectivamente. A diferencia de Martínez (2019) alcanzó promedios de 70 cm en todos sus tratamientos, los datos obtenidos por estos dos autores se dieron al uso de diferentes tipos de hormonas y en este trabajo no se utilizó de ningún tipo.

3.3 Longitud de frutos

La información de longitud del fruto durante las 8 semanas de evaluación no presentó estadísticamente diferencia significativa a excepción de la semana 4. Cada una de ellas presentó un coeficiente de variación aceptable para este tipo de investigación. Las Tablas de los análisis de varianza de cada semana se encuentran ubicadas en los anexos (Tabla 18A, 20A, 22A, 24A, 26A, 28A, 30A y 32A).

Los promedios de crecimiento de la longitud de los frutos de guanábana evaluados durante las 8 semanas se muestran en la Figura 5. Los valores encontrados desde la semana 1 hasta la semana 5, el T₁ y T₂ mantuvieron un desarrollo continuo para luego mantenerse hasta la semana 8, conservando una diferencia mínima entre los dos tratamientos.

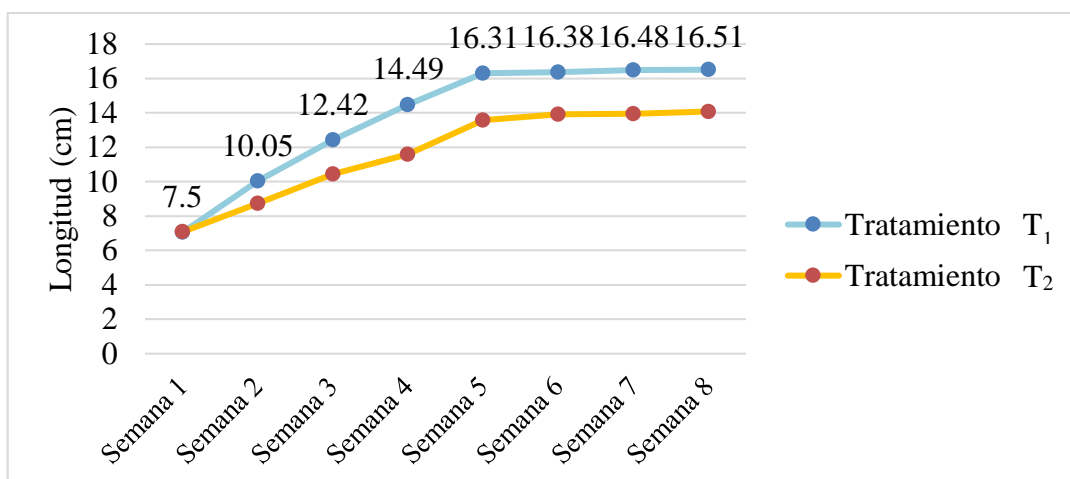


Figura 5. Crecimiento de la longitud de los frutos durante 8 semanas bajo dos tiempos de polinización

Los datos de longitud de los frutos obtenidos en la presente investigación de 16.51 y 14.08 cm, difieren con los obtenidos por Martínez (2019), quien alcanzó promedios de 35.75 cm; de igual forma con Tomalá (2022), que alcanzó un promedio de 5.96 cm, estos dos valores con ayuda de diferentes tipos de hormonas; en cambio se acepta lo mencionado por Jiménez

et al. (2017), los frutos de las guanábanas llegan a medir de 10 a 30 cm de longitud ya que lo obtenido se encuentra dentro de este rango.

3.4 Porcentaje de frutos a cosechar

En la Figura 6 se observan los datos de la variable porcentaje de frutos a cosechar. El T₁ alcanzó el 100% de sus frutos a diferencia del T₂ que obtuvo el 91.67%.

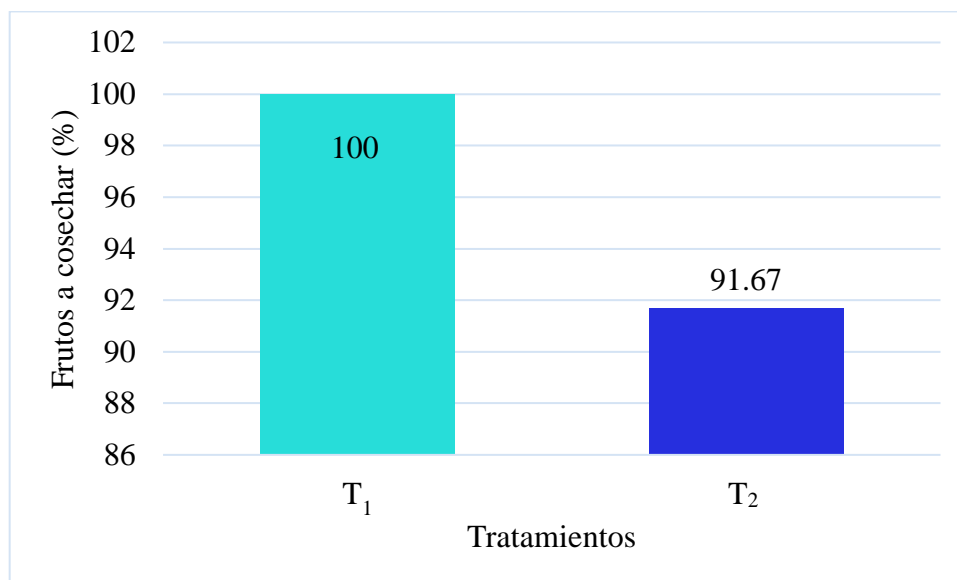


Figura 6. Porcentaje de frutos de guanábana próximos a cosechar

Moreno (2021) manifiesta que la cosecha demanda una constante vigilancia para que sea óptima, con el objetivo de no realizarla antes de que madure el fruto en el árbol, tampoco demasiado tarde, según Jiménez *et al.* (2017), los frutos deben estar un punto de madures fisiológica, lo que significa alcanzar su máximo tamaño, perder la rigidez de sus rudimentos estilares, además de cambiar la coloración de la epidermis, es decir pasar de un verde oscuro a un verde mate.

Para prolongar la vida ya sea para el consumo o expendio del fruto de la guanábana Ramírez (2021), recomienda depositar las frutas en fundas adecuadas a su tamaño y a una temperatura de 14 °C el fruto se conserva hasta los 15 días, manteniendo su peso y firmeza, además del color de la pulpa y teniendo menos incidencia de daños.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se rechaza la hipótesis planteada ya que la polinización artificial afectó el comportamiento productivo del cultivo de guanábana.
- La polinización realizada en horas de la mañana (T₁) fue la más efectiva ya que obtuvo un mayor porcentaje de frutos formados, con esta información permitiría a los productores generar más frutos en cada polinización manual que se realice.
- El rendimiento de la polinización artificial en general fue de 72.5%, el cual representa un alto porcentaje que beneficia a este cultivo ya que no puede realizar autopolinización.

Recomendaciones

- Se recomienda replicar la investigación, analizando más variables de la cosecha y post-cosecha de los frutos.
- Realizar polinización manual a cultivos que necesiten de este método para mejorar la producción de los mismos.
- Recurrir a métodos que ayuden a mejorar la floración para que sea aprovechable la polinización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andino, F. (2014) *Determinación de la eficiencia de cuatro niveles de flores polinizadas, utilizando dos métodos de polinización manual, en chirimoya (Annona cherimola Mill), Guachapala-Azuay-Ecuador*. Universidad de Cuenca.
- Balmaseda, C. and Ponce de León, D. (2019) Características de los Suelos del Centro de producción y prácticas Río Verde, Santa Elena, Ecuador. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 4(3), pp. 18-26.
- Cárdenas, L. (2003) Almacenamiento de Polen de Guanábano (*Annona muricata L.*). *Colombia Forestal*, 8(16), pp. 121-125.
- Casierra, F. and Fisher, G., 2012. *Poda de Árboles Frutales*, Bogotá: Produmedios.
- Chávez, J. (2022) *Importancia de los micronutrientes edáficos: zinc, manganeso y boro, para una buena producción en el cultivo perenne de guanábana (Annona muricata)*. Universidad Técnica de Babahoyo.
- Cobos, S. (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, Santo Domingo-Ecuador*: Escuela Superior Politécnica del Ejército.
- Correa, J. and otros (2012) Actividad antioxidante en guanábana (*Annona muricata L.*): una revisión bibliográfica. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 11(2), pp. 111-126.
- Coto, D. and Saunders, J. (2001) Insectos plaga de la guanábana (*Annona muricata*) en Costa Rica. En: CATIE, ed. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)*. Turrialba: Unidad de Fitoprotección, pp. 60-68.
- Cruz, M. (2019) *Capacidad de uso de las tierras del centro de producción y práctica Río Verde*, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Escobar, W., Zarate, R. and Bastidas, A. (1986) *Biología floral y polinización artificial del guanábano Annona muricata L. en condiciones del Valle del Cauca, Colombia*, Palmira: Universidad Nacional de Colombia.
- Franco, H. (2022) *Alternativa agroecológica para el control de Cerconota anonella en el cultivo de guanábana (Annona muricata) Montecristi-Manabí*. Universidad Agraria del Ecuador.
- Graziano, J. (2013) *Poda de Árboles Frutales*, San Martín de los Andes: Pro Huerta INTA.
- Gutierrez, N. (2014) *Agricultura y Desarrollo Rural*. [En línea] Available at: <https://sader.jalisco.gob.mx/catalogoplantas/guanabana#:~:text=Descripci%C3%B3n%20de%20la%20planta%3A,puede%20llegar%20hasta%209%20m>. [Último acceso: 2 Abril 2023].

Hernández, L., Gómez, R. and Agustín, J. (2013) *Importancia, plagas insectiles y enfermedades fungosas del cultivo del guanábano*. Nayarit: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

INIAP. (2014) *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*. [En línea] Available at: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mfruti/rguanabana> [Último acceso: 7 Octubre 2021].

Jiménez, J. and otros. (2017) Tópicos del manejo poscosecha del fruto de guanábana (*Annona muricata* L.). *Revist Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(5).

López, J. (2019) *Agronegocios*. [En línea] Available at: <https://www.agronegocios.co/agricultura/la-guanabana-nacional-llegaria-a-60-000-toneladas-producidas-al-cierre-de-este-ano-2844095> [Último acceso: 28 Enero 2023].

Martínez, A. (2019) *Efecto de inductores de floración sobre la formación de frutos, en el cultivo de guanábana (Annona muricata), en la zona de Alfredo Baquerizo Moreno, Guayas*. Universidad Técnica de Babahoyo.

Meza, N. and Bautista, D. (2004) Efecto de remojo y escarificación sobre la germinación de semillas y emergencia de plántulas en guanábana. *SciElo*, 54(3).

Miranda, D., Barragán, E., Barreto, D. and Caicedo, A. (2002) *Manejo integrado del cultivo de la guanábana*. Bogotá: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

Moreno, L. (2021) *Plan de negocios para la exportación de guanábana hacia el mercado de Estados Unidos*. Universidad Agraria del Ecuador.

Muñoz, J. (2018) *La polinización artificial en el cultivo de zapallo (Cucurbita máxima) y sus efectos sobre la producción de frutos y semillas*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Noboa, L. (2021) *Manejo integrado de los principales insectos plaga del cultivo de guanábana (Annona muricata L.)*. Universidad Técnica de Babahoyo.

Pinto, A. and otros. (2005) *Annona species*, Southampton: University of Southampton.

Porras, D., Briceño, W. and Molina, A. (2006) Efecto de la polinización artificial en el cuajado de frutos de la guanábana (*Annona muricata* L.) en la zona norte del Estado Táchira, Venezuela. *Revista Científica UNET*, 18(1), pp. 1-8.

Quezada, V. (2022) *Efecto de la aplicación de diferentes nutrientes en el amarre de flores y frutos del cultivo de guanábana (Annona muricata) en Milagro, Guayas*. Universidad Agraria Del Ecuador.

Ramírez, C. (2021) *Alternativa tecnológica para la preservación de fruta fresca de guanábana (Annona muricata L.)*. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Reyes, J. and Chong-Qui, J. (2021) *Efecto de la polinización asistida, la fertilización balanceada y el Quitosano en el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis)*. Guayaquil(Guayas): Grupo Compás.

Rochina, S. (2022) *Manejo agronómico del cultivo de guanábana (Annona muricata L.), en el Ecuador*. Universidad Técnica de Babahoyo.

Rodríguez, M. (2022) *Polinización manual de la guanábana (Annona muricata) en la parroquia Juan Gómez Rendón (Progreso) provincia de Guayas*. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Sánchez, V. (2018) *Evaluación de la germinación de semillas de Annona muricata (Guanábana) a la aplicación de dos bioestimulantes orgánicos*. Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Sephu. (2010) *Cultivo de guanábana Recomendaciones para solucionar problemas de Floración, Cuajado y Aborto de Flores*, Zaragoza: Sociedad española de productos humicos, s.a..

Soplin, H. (2015) *Propagación Botánica de Annona Muricata L. "Guanabana" Bajo Cuatro Sustratos en Iquitos - Perú*, Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

Tomalá, O. (2022) *Efecto de inductor de floración sobre la formación de frutos en el cultivo de guanábana (Annona muricata) en la comuna Cambil Collao, Santa Elena*. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Triviño, D. (2018) *Importancia de la Producción y Exportación de Guanabana en el Ecuador y sus Perspectivas*, Guayaquil: Universidad de Guayaquil.

Valentini, G. and Arroyo, L. (2003) *La poda en frutales y ornamentales*, San Pedro: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Vargas, A. (2015) *Estudio y análisis de la guanábana y su aplicación en la gastronomía*, Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial.

Vidal, L. and otros. (2014) La situación de las annonaceae en México: principales plagas, enfermedades y su control. *Revista Brasileña de Fruticultura*, Volumen 36, pp. 44-54.

ANEXOS

Tabla 1A. Circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 1

Tratamiento	Repetición										Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	10.5	16	13.75	13.25	16.25	16	13.5	10.75	12	13.5	13.55
T ₂	12	14.5	14	13.4	13.5	12	12.5	11	12	12.5	12.74
	11.25	15.25	13.87	13.32	14.87	14	13	10.87	12	13	13.14

Tabla 2A. Análisis de Varianza de la circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 1

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.28	1	3.28	1.19	0.289
Tratamiento	3.28	1	3.28	1.19	0.289
Error	49.46	18	2.75		
Total	52.74	19			
C.V%			12.61		

Tabla 3A. Circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 2

Tratamiento	Repetición										Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	13.7	20.7	17.2	19.2	19.7	20.7	17.5	15	17.5	19.5	18.1
T ₂	15.2	15	20.5	10.5	13.5	15	11.5	11	16	10	13.82
	14.5	17.87	18.87	14.87	16.62	17.87	14.5	13	16.75	14.75	15.96

Tabla 4A. Análisis de Varianza de la circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 2

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	93.53	1	93.53	11.64	0.0031
Tratamiento	93.53	1	93.53	11.64	0.0031
Error	144.66	18	8.04		
Total	238.18	19			
C.V%			17.73		

Tabla 5A. Circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 3

Tratamiento	Repetición										Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	18.25	25.95	19.05	21.85	27.3	25.9	21.35	20.2	22.8	25.7	22.83
T ₂	17.55	23.7	25.6	14	13.5	17.9	17.2	11	21.3		17.97
	17.9	24.82	22.32	17.92	20.4	21.9	19.27	15.6	22.05	25.7	20.40

Tabla 6A. Análisis de Varianza de la circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 3

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	112.01	1	112.01	6.8	0.0184
Tratamiento	112.01	1	112.01	6.8	0.0184
Error	279.95	17	16.47		
Total	391.96	18			
C.V%			19.76		

Tabla 7A. Circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 4

Tratamiento	Repetición										Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	20.9	30.2	21.75	27.75	32.25	31.5	24.85	24.55	27.4	31.2	27.23
T ₂	20.9	21.9	30.4	30.4	13.5	20.2	23.3	11	26.5		22.01
	20.9	26.05	26.07	29.07	22.87	25.85	24.07	17.77	26.95	31.2	24.62

Tabla 8A. Análisis de Varianza de la circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 4

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	126.31	1	126.31	4.2	0.0563
Tratamiento	126.31	1	126.31	4.2	0.0563
Error	511.74	17	30.1		
Total	638.05	18			
C.V%			22.19		

Tabla 9A. Circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 5

Tratamiento	Repetición										Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	23.15	34.85	24.2	32	35.85	34.95	28.05	28.85	32.1	34.3	30.83
T ₂	24.35	32.8	33	20.4	13.5	23.5	31.7	11	34.1		24.92
	23.75	33.82	28.6	26.2	24.67	29.22	29.87	19.92	33.1	34.3	27.87

Tabla 10A. Análisis de Varianza de la circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 5

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	165.01	1	165.01	3.54	0.0772
Tratamiento	165.01	1	165.01	3.54	0.0772
Error	792.52	17	46.62		
Total	957.54	18			
C.V%			24.36		

Tabla 11A. Circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 6

Tratamiento	Repetición										Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	23.45	34.95	24.3	32.5	36.25	35.3	28.4	29.4	33.1	36.4	31.40
T ₂	25.7	33.35	33.4	20.6	13.5	24.6	32.8	11	35.2		25.57
	24.57	34.15	28.85	26.55	24.87	29.95	30.6	20.2	34.15	36.4	28.48

Tabla 12A. Análisis de Varianza de la circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 6

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	161.15	1	161.15	3.19	0.0917
Tratamiento	161.15	1	161.15	3.19	0.0917
Error	857.52	17	50.44		
Total	1018.68	18			
C.V%			24.8		

Tabla 13A. Circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 7

Tratamiento	Repetición										Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	23.65	35.2	24.9	33.05	36.35	35.5	28.5	29.65	33.7	34.2	31.47
T ₂	25.65	33.05	33.9	20.8	13.5	24.6	33.2	11	35.1		25.64
	24.65	34.12	29.4	26.92	24.92	30.05	30.85	20.32	34.4	34.2	28.55

Tabla 14A. Análisis de Varianza de la circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 7

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	161.31	1	161.31	3.26	0.0889
Tratamiento	161.31	1	161.31	3.26	0.0889
Error	841.89	17	49.52		
Total	1003.2	18			
C.V%			24.51		

Tabla 15A. Circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 8

Tratamiento	Repetición										Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	24.05	35.5	24.4	33.1	37.15	35.55	29.2	29.85	32.2	35.4	31.64
T ₂	25.5	33.15	34.1	20.9	13.5	24.9	33.6	11	36.3		25.88
	24.77	34.32	29.25	13.5	25.32	30.22	31.4	20.42	34.25	35.4	28.76

Tabla 16A. Análisis de Varianza de la circunferencia de los frutos de guanábanas en la semana 8

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	156.98	1	156.98	3.01	0.1007
Tratamiento	156.98	1	156.98	3.01	0.1007
Error	885.49	17	52.09		
Total	1042.47	18			
C.V%			24.96		

Tabla 17A. Longitud de los frutos de guanábanas en la semana 1

Tratamiento	Repetición										Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	8	9	7	6.75	8.75	8	7.25	6.75	6.5	7	7.5
T ₂	6.85	7.75	8.5	8	13.5	6.4	7	11	5	6.5	8.05
	7.42	8.37	7.75	7.37	11.13	7.2	7.12	8.87	5.75	6.75	7.77

Tabla 18A. Análisis de Varianza de la longitud de los frutos de guanábanas en la semana 1

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.51	1	1.51	0.43	0.5182
Tratamiento	1.51	1	1.51	0.43	0.5182
Error	62.67	18	3.48		
Total	64.18	19			
C.V%			24		

Tabla 19A. Longitud de los frutos de guanábanas en la semana 2

Tratamiento	Repetición										Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	8.75	11.5	9	11.5	11.25	12	10	7.5	9	10	10.05
T ₂	7.5	11	12	6	13.5	9	6	11	6	5.5	8.75
	8.12	11.25	10.5	8.75	12.37	10.5	8	9.25	7.5	7.75	9.4

Tabla 20A. Análisis de Varianza de la longitud de los frutos de guanábanas en la semana 2

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.45	1	8.45	1.55	0.2287
Tratamiento	8.45	1	8.45	1.55	0.2287
Error	97.98	18	5.44		
Total	106.43	19			
C.V%			24.82		

Tabla 21A. Longitud de los frutos de guanábanas en la semana 3

Tratamiento	Repetición										Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	10.6	14.65	9.6	13.25	15.5	14	12.55	9.8	11.8	12.4	12.41
T ₂	8.25	12.8	14.4	7	13.5	8.5	10.6	11	8		10.43
	9.42	13.72	12	10.12	14.5	11.25	12.55	10.4	9.9	12.4	11.42

Tabla 22A. Análisis de Varianza de la longitud de los frutos de guanábanas en la semana 3

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18.29	1	18.29	3.33	0.0858
Tratamiento	18.29	1	18.29	3.33	0.0858
Error	93.48	17	5.5		
Total	111.77	18			
C.V%			20.42		

Tabla 23A. Longitud de los frutos de guanábanas en la semana 4

Tratamiento	Repetición										Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	12	17.15	11.15	15	17.5	18.5	13.8	11.5	13.3	15	14.49
T ₂	10.2	11.2	18.1	7.2	13.5	9	14	11	10.2		11.6
	11.1	14.17	14.62	11.1	15.5	13.75	13.9	11.25	11.75	15	13.04

Tabla 24A. Análisis de Varianza de la longitud de los frutos de guanábanas en la semana 4

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	39.56	1	39.56	4.7	0.0446
Tratamiento	39.56	1	39.56	4.7	0.0446
Error	143.1	17	8.42		
Total	182.67	18			
C.V%			22.11		

Tabla 25A. Longitud de los frutos de guanábanas en la semana 5

Tratamiento	Repetición										Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	14.45	20.25	13.35	16.75	20.7	20.45	15.45	11.9	13.6	16.2	16.31
T ₂	13.15	18.2	17.2	9.9	13.5	10.2	17.7	11	11.3		13.57
	13.8	19.22	15.27	13.32	17.1	15.32	16.57	11.45	12.45	16.2	14.94

Tabla 26A. Análisis de Varianza de la longitud de los frutos de guanábanas en la semana 5

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27.1	1	27.1	2.63	0.1235
Tratamiento	27.1	1	27.1	2.63	0.1235
Error	175.39	17	10.32		
Total	202.49	18			
C.V%			20.94		

Tabla 27A. Longitud de los frutos de guanábanas en la semana 6

Tratamiento	Repetición										Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	13.95	19.65	13.6	16.9	20.45	19.75	15.75	13.3	13.8	16.6	16.37
T ₂	13.75	18.4	17.6	10.8	13.5	11.3	16.3	11	12.6		13.91
	13.85	19.02	15.6	13.85	16.97	15.52	16.02	12.15	13.2	16.6	15.14

Tabla 28A. Análisis de Varianza de la longitud de los frutos de guanábanas en la semana 6

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27.73	1	27.73	2.79	0.1131
Tratamiento	27.73	1	27.73	2.79	0.1131
Error	168.87	17	9.93		
Total	196.6	18			
C.V%			20.7		

Tabla 29A. Longitud de los frutos de guanábanas en la semana 7

Tratamiento	Repetición										Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	14	20.7	13.3	16.55	21.15	19.7	15.7	12.75	14.2	16.7	16.47
T ₂	12.95	18.45	16.7	9.1	13.5	12.4	19.6	11	11.9		13.95
	13.47	19.57	15	12.82	17.32	16.05	17.65	11.87	13.05	16.7	15.21

Tabla 30A. Análisis de Varianza de la longitud de los frutos de guanábanas en la semana 7

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	35.5	1	35.5	3.35	0.0849
Tratamiento	35.5	1	35.5	3.35	0.0849
Error	180.33	17	10.61		
Total	215.83	18			
C.V%			21.69		

Tabla 31A. Longitud de los frutos de guanábanas en la semana 8

Tratamiento	Repetición										Promedio
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
T ₁	14.15	20.9	12.65	16.75	21.35	20.15	16.1	11.95	14.3	16.8	16.51
T ₂	13.1	18.25	17.3	10.6	13.5	11.7	19.4	11	11.9		14.08
	13.62	19.57	14.97	13.5	17.42	15.92	17.75	11.47	13.1	16.8	15.29

Tabla 32A. Análisis de Varianza de la longitud de los frutos de guanábanas en la semana 8

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31.86	1	31.86	3.21	0.091
Tratamiento	31.86	1	31.86	3.21	0.091
Error	168.75	17	9.93		
Total	200.61	18			
C.V%			20.62		



Figura 1A. Frasco de plástico para conservar el polen



Figura 2A. Empapando de polen el pincel para polinizar la flor seleccionada



Figura 3A. Polinizando la flor abriendo los pétalos, masajeando el estigma con el pincel empapado de polen

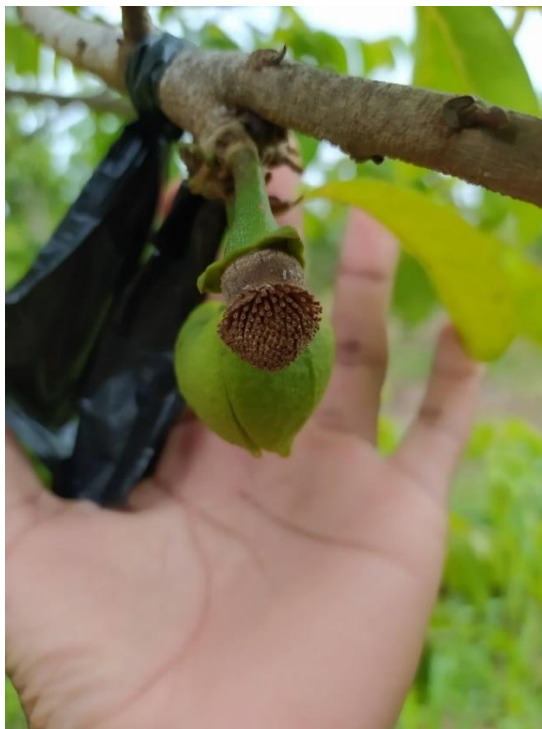


Figura 4A. Flor después de la caída de los pétalos comenzando a tener cambios a las 7 semanas de haber sido polinizada



Figura 5A. Erizo ya formado a las 8 semanas de haber sido polinizado



Figura 6A. Enfundado del fruto para protección de cualquier agente que pueda afectar su calidad



Figura 7A. Control de crecimiento de los frutos de guanábanas



Figura 8A. Control de crecimiento de los frutos de guanábanas



Figura 9A. Control de crecimiento de los frutos de guanábanas



Figura 10A. Guanábana próxima a ser cosechada resultado de la investigación