



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

**POLINIZACIÓN DE GUANÁBANA EN DIFERENTES
FASES FENOLÓGICAS DE LA FLORACIÓN**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autor: Carmen Vanessa Moyano Chilan

LA LIBERTAD, JULIO 2025



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

**POLINIZACIÓN DE GUANÁBANA EN DIFERENTES
FASES FENOLÓGICAS DE LA FLORACIÓN**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autora: Carmen Vanessa Moyano Chilan.

Tutora: Ing. Lourdes Ortega Maldonado, MSc.

LA LIBERTAD, 2025

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Carmen Vanessa Moyano Chilan** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero/a Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 07/07/2025 (Día, mes, año)



Andres Fernando
Ramirez Cruz
Time Stamping
Security Data

Ing. Verónica Andrade Yucailla, PhD.
**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Andrés Ramírez Cruz, Mgtr.
**PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Firmado digitalmente por:
LOURDES HILDA
ORTEGA MALDONADO
Verificar un ítem con tiempo

Ing. Lourdes Ortega Maldonado, MSc.
**PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Nadia Quevedo Pinos, PhD.
**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Washington Perero Vera, Mgtr.
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO**

AGRADECIMIENTOS

Expreso, en primer lugar, mi más profundo agradecimiento a Dios, por ser mi guía y brindarme la sabiduría y fortaleza necesarias para culminar con éxito esta etapa académica.

A mis amados padres, por su amor incondicional y constante apoyo. Han sido el pilar fundamental que ha acompañado cada paso de mi camino, tanto en lo académico como en lo personal.

A mi hermana Leslye González, por su cariño, alegría y compañía incondicional. Su presencia ha sido una motivación especial en este proceso.

A la Ing. Lourdes Ortega, por su valiosa colaboración, por compartir sus conocimientos y por los acertados consejos que contribuyeron significativamente al desarrollo de esta investigación.

Extiendo también mi sincero agradecimiento a todas las personas que me brindaron su apoyo durante el trabajo de campo. Su ayuda fue esencial para llevar a cabo este estudio

DEDICATORIA

Dedico este logro, en primer lugar, a Dios, por guiarme en cada paso y no soltar mi mano en los momentos de dificultad. Su presencia ha sido mi mayor fortaleza.

A mis amados padres, César Vicente Moyano Córdor y Vanessa Chilán Caly, por amarme desde el primer instante de mi existencia. Gracias por enseñarme a luchar día tras día para ser una mejor persona, por creer en mí y en mis capacidades desde el inicio. Su apoyo y amor incondicional han sido el motor de mi esfuerzo.

A mi ángel en el cielo, Luis González. Aunque ya no estés físicamente a mi lado, tu amor y tu sabiduría siguen guiando cada uno de mis pasos. Siempre llevaré conmigo tus enseñanzas y el profundo cariño que me brindaste cada día.

A mis queridos hermanos, gracias por acompañarme y brindarme su apoyo moral en esta importante etapa de mi vida.

También dedico este logro con especial cariño a Leslye González, quien ha sido mi mayor fuente de motivación para seguir adelante y no rendirme. Su presencia me inspira a superarme cada día y a esforzarme por ser un ejemplo digno para ella.

Y, finalmente, a toda mi familia, por confiar en mí y por ser parte fundamental de mi vida. Gracias por permitirme ser su orgullo.

RESUMEN

El presente estudio evaluó el efecto de polinización de guanábana en diferentes fases fenológicas de la floración, con la finalidad de identificar la combinación más eficiente entre el estadio floral y la viabilidad del polen para optimizar la producción. Se estableció un diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 4×2 , en el cual se evaluaron dos factores: el primero con cuatro niveles que corresponde a los estadios de la flor a polinizar y el segundo con dos niveles que corresponde al estadio de donde se obtuvo el polen, generando un total de ocho tratamientos combinados, con 9 repeticiones que corresponden a los árboles evaluados, se analizaron variables como la viabilidad del polen, el porcentaje de cuajado, aborto de flores, fruto desarrollado, peso de fruto e índice de simetría. El tratamiento T2, alcanzó la mayor viabilidad del polen 93,02%, mientras que en T7 84,19%, mientras que el T5 presentó el mejor porcentaje de cuajado 60,67% y el menor aborto floral 40%. Asimismo, T5 generó el mayor porcentaje de frutos desarrollados 61% y el mejor índice de simetría 1,48. En cuanto al peso de fruto, el T2 fue superior con un promedio 2,52kg. El T5 polinizado con el polen 615 destacó por aplicarse en condiciones favorables, cuando las flores ya estaban desarrolladas, lo que indica una alta viabilidad de polen y una mejor floración. El análisis estadístico evidenció diferencias altamente significativas en la viabilidad del polen, en el cuajado, en el aborto, en el desarrollo de frutos y en el índice de simetría entre tratamientos ($p < 0.0001$), sin embargo, no se observaron diferencias significativas en la variable peso del fruto ($p > 0.05$). Este trabajo permite concluir que una adecuada selección de recolección y aplicación de polen en las flores de guanábana es clave para mejorar el rendimiento del cultivo.

Palabras claves: Polinización manual, Cultivo de Guanábana, estadios florales, viabilidad del polen.

ABSTRACT

The present study evaluated the pollination effect of soursop in different phenological phases of flowering, in order to identify the most efficient combination between the floral stage and the viability of pollen to optimize production. A Completely Randomized Design (DCA) was established with factorial arrangement 4×2 , in which two factors were evaluated: the first with four levels that corresponds to the stages of the flower to be pollinated and the second with two levels that corresponds to the stage from which the pollen was obtained, generating a total of eight combined treatments. With 9 replications that correspond to the trees evaluated, variables such as pollen viability, percentage of fruit set, flower abortion, developed fruit, fruit weight and symmetry index were analyzed. The T2 treatment reached the highest pollen viability 93.02%, while in T7 84.19%, while the T5 presented the best percentage of fruit set 60.67% and the lowest floral abortion 40%. Likewise, T5 generated the highest percentage of fruits developed 61% and the best symmetry index 1.48. Regarding fruit weight, T2 was higher with an average of 2.52kg. The T5 pollinated with pollen 615 stood out for being applied in favorable conditions, when the flowers were already developed, which indicates a high viability of pollen and a better flowering. The statistical analysis showed highly significant differences in pollen viability, fruit set, abortion, fruit development and symmetry index between treatments ($p < 0.0001$), however, no significant differences were observed in the fruit weight variable ($p > 0.05$). This work allows us to conclude that an adequate selection of collection and application of pollen in soursop flowers is key to improve crop yield.

Keywords: Manual pollination, Soursop cultivation, floral stages, pollen viability.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado **“POLINIZACIÓN DE GUANÁBANA EN DIFERENTES FASES FENOLÓGICAS DE LA FLORACIÓN”** y elaborado por **Carmen Vanessa Moyano Chilan**, 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	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
Hipótesis	3
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
1.1 Guanábana (<i>Annona muricata</i>)	4
1.2 Taxonomía	4
1.3 Inducción, Iniciación y Diferenciación floral	5
1.3.1 Sistemas de producción agropecuaria.....	5
1.3.2 Diferenciación floral	5
1.4 Etapa fenológica de la Flor	6
1.5 Ciclos de Floración	6
1.5.1 Inicio de la Floración	6
1.5.2 Duración de la Floración.....	6
1.6 Escala BBCH	7
1.6.1 Descripción de los estadios fenológicos	7
1.7 Polinización	8
1.7.1 Polinización natural	8
1.7.2 Polinización manual.....	9
Viabilidad del polen	9
1.7.3 Formación de fruto.....	10
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	12
2.1 Caracterización del área	12
2.1.1 Condiciones climáticas	12
2.1.2 Características del suelo.....	12
2.2 Materiales, equipos y reactivos	13
2.2.1 Material biológico.....	13
2.2.2 Material de campo para colecta de muestra	13
2.2.3 Material de laboratorio.....	13
2.2.4 Equipos de laboratorio	13
2.2.5 Reactivos para medios de cultivo.....	13
2.3 Tipo de investigación	13
2.4 Diseño de investigación	13
2.4.1 Diseño experimental	13
2.5 Manejo del experimento	14
2.5.1 Etiquetado de flores	14
2.5.2 Obtención de Polen.....	14
2.5.3 Polinización manual.....	15
2.5.4 Identificación de flores polinizadas	15
2.5.5 Seguimiento a las flores polinizadas.....	15
2.6 Parámetros a evaluar	15
2.6.1 Viabilidad del polen.....	15
2.6.2 Tasa de cuajado.....	15
2.6.3 Porcentaje de aborto de flores.....	16
2.6.4 Tasa de Frutos Desarrollados.....	16
2.6.5 Peso del Fruto	16
2.6.6 Simetría del Fruto de la Guanábana	16
2.7 Análisis estadístico de los resultados	16
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
3.1 Porcentaje de la viabilidad del polen	18
3.2 Porcentaje de cuajado	19
3.3 Porcentaje de aborto de flores	21

3.4 Porcentaje de fruto desarrollado	22
3.5 Peso del fruto	24
3.6 Simetría del fruto	25
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
Conclusiones	27
Recomendaciones	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
ANEXOS.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la guanábana Duchi (2021).	5
Tabla 2. Estadio 6 de la floración de la guanábana (Jiménez-Zurita <i>et al.</i> (2023)).	7
Tabla 3. Estadio 7 de la floración del desarrollo del fruto (Jiménez-Zurita <i>et al.</i> (2023))....	8
Tabla 4. Detalle de los tratamientos	14
Tabla 5. Análisis de la Varianza.....	14
Tabla 6. Análisis de varianza para el porcentaje de viabilidad del polen.	18
Tabla 7. Análisis de varianza para el porcentaje de cuajado.	20
Tabla 8. Análisis de varianza para el porcentaje de aborto de flores.....	21
Tabla 9. Análisis de varianza para el porcentaje de fruto desarrollado.	23
Tabla 10. Análisis de varianza para el peso del fruto.....	24
Tabla 11. Análisis de varianza para la simetría del fruto.	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen satelital del área de estudio.....	12
Figura 2. Promedio de los porcentajes de la viabilidad del polen.....	18
Figura 3. Porcentaje de cuajado en guanábana	20
Figura 4. Porcentaje de aborto de flores en guanábana.....	22
Figura 5. Porcentaje de fruto desarrollado en guanábana	23
Figura 6. Promedio del peso de fruto de guanábana.....	25
Figura 7. Promedio del índice de simetría del fruto de guanábana.....	26

ÍNDICE DE ANEXOS

Figura 1A. Escala BBCH para la floración y fructificación de guanábana, estadios estudiados	31
Figura 2A. Polen 617 con estructuras reproductivas	32
Figura 3A. Polen 615 con estructuras reproductivas	32
Figura 4A. Extrusión de polen estadio 615.	32
Figura 5A. Extrusión de polen con aspiradora estadio 617.	32
Figura 6A. Polen 617 y 615 almacenados en frascos oscuros para mantener viabilidad... 33	
Figura 7A. Identificación de flor según estadio en estudio.	33
Figura 8A. Polinización manual con utilización de pincel	33
Figura 9A. Identificación de la flor polinizada.....	33
Figura 10A. Seguimiento semanal de los tratamientos en estudio.	34
Figura 11A. Toma de datos del diámetro axial en frutos.....	34
Figura 12A. Toma de datos del diámetro ecuatorial en frutos	34
Figura 13A. Pesaje de fruto por tratamiento.	34
Figura 14A. Seguimiento y control semanal del desarrollo del fruto.	35
Figura 15A. Frutos cosechados	35
Figura 16A. Observación microscópica para análisis de la viabilidad del polen.....	35
Figura 17A. Determinación de la viabilidad del polen con diferentes reactivos	36

INTRODUCCIÓN

La *Annona muricata* es una fruta tropical que pertenece a la familia Annonaceae y se cultiva en varios países de América Latina entre ellos Ecuador, Brasil, Colombia, Venezuela, México y gran parte de América Central. En Ecuador, el cultivo de esta fruta ha mostrado una importante relevancia en los últimos años, impulsada por el creciente interés en mercados internacionales, especialmente en Europa, su sabor característico su aspecto exótico y los beneficios que aportan a la salud, han convertido la guanábana en un producto atractivo para la exportación (INIAP, 2014).

En el cultivo de guanábana la fenología de las flores constituye una etapa importante para el desarrollo productivo inicialmente se genera cuando en el árbol tiene aproximadamente entre 2 y 3 años de longevidad es el instante en que las yemas florales realizan la formación de frutos, presenta flores hermafroditas grandes que constan de tres sépalos y tres pétalos con innumerables estambres (Rodríguez, 2022).

El fruto de guanábana se reconoce fácilmente por su corteza verde oscura con prominencia espinosa que le da un aspecto áspero y único, en su interior contiene una pulpa suave y jugosa la cual rodea un eje central donde se encuentran numerosas semillas, su peso varía generalmente entre 500g y 1.5kg influenciada especialmente por su efectividad en el proceso de polinización y fecundación, cuando este proceso ocurre de manera adecuada el fruto puede alcanzar un mayor tamaño y una mejor calidad, beneficiando a que el fruto alcance una maduración homogénea y un perfil organoléptico ideal (Nolasco-González *et al.*, 2020).

La insuficiente sincronización en la floración de la guanábana causa una disminución notable en la calidad de frutos desarrollados, lo cual impacta directamente en su capacidad productiva, esta limitación no solo reduce la productividad del cultivo sino que también presenta una disminución económica para los productores afectando su sustentabilidad; a su vez, la escasa oferta del fruto en los mercados señala la urgencia de implementar estrategias prácticas basadas en investigaciones científicas, que ayuden a mejorar la fecundación y rendimiento de la planta (Cardoso *et al.*, 2023).

La eficiencia de la polinización manual en el cultivo de guanábana es esencial en gran medida para el momento en que se aplique, los mejores resultados se logran cuando las flores terminan de abrirse y se encuentran en la fase femenina, momento en que el estigma muestra mayor capacidad para recibir el polen, lo que favorece el proceso de fecundación;

además se ha observado que durante las fases iniciales de la floración, el polen mantiene su viabilidad óptima y el estigma permanece completamente abierto, condición perfecta para maximizar la transferencia polínica y mejorar la tasa de cuajado (Chang, 2023).

Este aspecto resalta la importancia de realizar la polinización manual durante las fases fenológicas iniciales de la floración, periodo exacto en el cual el polen como el estigma están en excelentes condiciones para beneficiar una fertilización eficiente (Armijo, 2020).

Entender las etapas fenológicas y su alteración en la polinización manual resulta sustancial para incrementar la rentabilidad o productividad en la producción de guanaba este conocimiento ofrece a los pequeños productores y agricultores la habilidad de relacionar los momentos oportunos para intervenir, lo que favorece un mayor porcentaje de frutos cuajados genera mayor calidad de cosecha. De igual manera este estudio aporta con información experimental para diseñar técnicas agronómicas que optimicen el uso racional de los recursos y mejore la eficiencia en los cultivos de guanábana.

Problema Científico

El cultivo de guanábana afecta dificultades en la producción de frutos debido, a que en la mayoría de los casos las flores no coinciden con su etapa de sincronización en sus fases reproductivas, lo cual dificulta que la fecundación ocurra de manera efectiva y conlleva a la caída prematura de las flores, esta situación repercute directamente en la reducción del rendimiento generando pérdidas económicas, la baja tasa de polinización es debido a la escasa acción de los insectos polinizadores debido a que la auto polinización sucede con poca frecuencia en la guanábana (Chang, 2023). A esto se suma a que el crecimiento de los botones florales es lento, debido a que pueden tardar entre 27 y 35 días en madurar y la duración de floración total puede extenderse aproximadamente por más de tres meses, en el transcurso de este tiempo las flores se abren a las primeras horas de la mañana para liberar el polen (Anaya *et al.*, 2021).

Debido a las complicaciones que manifiesta la polinización natural en el cultivo de guanabana, el establecimiento de técnicas de polinización manual se transforma en una herramienta clave para aumentar su rendimiento. En este sentido, la polinización manual plasma una solución práctica y efectiva para mejorar la capacidad de fecundación al considerar que el polen sea transferido de forma requerida entre flores de diferentes estadios florales.

Objetivos

Objetivo General:

Determinar la fase fenológica de la flor de guanábana que genere mayor rendimiento a partir de la polinización manual.

Objetivos Específicos:

Identificar fases fenológicas de la flor de guanábana que permitan recolectar polen de alta calidad para su uso en polinización manual.

Establecer el estadio floral óptimo para la aplicación de polen con el fin de maximizar el cuajado de frutos.

Determinar la producción de guanábana mediante polinización manual realizada en distintas fases florales.

Hipótesis

La polinización es significativamente más efectiva en flores que presentan floración completa correspondiente al estadio floral 615 según la escala BBCH.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Guanábana (*Annona muricata*)

La guanábana (*Annona muricata* L.) se extendió por toda la zona tropical tras la llegada de los españoles a América y hoy en día la podemos encontrar en América del Norte y el Sur, por las regiones bajas de África, en las islas del pacífico sur este asiático. Es la especie más tropical del género *Annona*, produce los frutos más grandes y es la única que se presta bien para su conservación y procesamiento (Rochina Cambo, 2022).

El árbol de guanábana (*Annona muricata*) es un árbol compacto y denso con ramas bajas y delgadas que crecen hacia arriba. La poda de formación rara vez es necesaria debido a su estructura natural, puede crecer hasta una altura de 9 m, aunque en condiciones óptimas puede alcanzar hasta 10 m. Este árbol es conocido por sus hojas grandes, de color verde oscuro y brillantes, que son perennes y alternas, son alargadas y elípticas o de forma estrechamente ovoide y miden entre 6.25 a 20 cm de largo y 2.5 a 6.25 de ancho. Las ramas jóvenes del árbol tienen una cubierta de pelos suaves y finos y tienen un color y textura marrón claro o grisácea (Narciso Nieto, 2020).

La flor de guanábana se identifica por su estructura peculiar, con una forma carnosa de aspecto cónica en su parte externa cuenta con tres pétalos gruesos y abiertos mostrando una matriz verde amarillento que resulta visiblemente atractivo para los insectos polinizadores. Contrariamente, los tres pétalos internos son de menor tamaño y de coloración amarillento, se encuentran estrechamente unidos, concibiendo una apariencia distintiva; esta flor, además de su forma y color emite un aroma suave y agradable que atrae especialmente a escarabajos y coleópteros, los cuales cumplen una función importante en el proceso de la polinización y desarrollo de frutos (Chang, 2023). La polinización manual a menudo se realiza para mejorar la simetría y reducir la deformidad del fruto (Crespo *et al.* 2022).

1.2 Taxonomía

García et al. (2020) menciona que la familia Annonaceae consisten de 28 géneros con 2500 especies distribuidas a nivel mundial localizadas en regiones tropicales y subtropicales, América cuenta aproximadamente con 900 especies, África con 450 y Australia con 1200, las más relevantes son: *Annona cherimola* Mill.; *Annona muricata* L.; *Annona squamosa* L.; *Annona reticulata* L. y el híbrido interespecífico Atemoya (*A. cherimola* x *A. escamoso*). Los detalles de la taxonomía de la guanábana se aprecian en la Tabla 1:

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la guanábana Duchi (2021).

Reino:	<i>Plantae</i>	Reino Vegetal
División	<i>Magnoliophyta:</i>	Plantas con Flores
Clase	<i>Magnoliopsida</i>	Dicotiledoneas
Orden	<i>Magnoliales</i>	Magnolias
Familia	<i>Annonacea</i>	Familia de las annonaceas
Genero	<i>Annona</i>	<i>Anonaceas</i>
Especie	<i>Annona Muricata</i> L	Guanábana Común

1.3 Inducción, Iniciación y Diferenciación floral

La guanabana presenta dicogamia protógina lo que explica que la fase femenina es decir la presencia de estigmas receptivos ocurre antes que la fase masculina que corresponde a la liberación del polen, con esto la planta naturalmente busca evitar la autopolinización y favorecer la polinización cruzada.

1.3.1 Sistemas de producción agropecuaria

El proceso de inducción floral manifiestan una etapa relevante en el ciclo vital de la planta, debido a que da paso a la iniciación del desarrollo floral, este cambio ocurre cuando las condiciones ambientales juntamente con la señales de hormonas internas activan a las yemas vegetativas para que empiece su transformación hacia estructuras reproductivas convirtiéndolas en yemas florales, importante en el ciclo de vida de las plantas que marca el inicio del desarrollo de las flores, durante el período de dormancia, que puede durar varios meses, las yemas acumulan los nutrientes y hormonas necesarios para la floración. Este período de descanso permite que las plantas eviten condiciones desfavorables y reserven sus recursos para el momento óptimo de floración. La sincronización entre el desarrollo floral y vegetativo es esencial para reducir la competencia por nutrientes y asegurar una floración exitosa (Tomalá Pozo, 2022).

1.3.2 Diferenciación floral

Los cambios morfológicos son acompañados por la expresión de genes específicos que regulan la formación de los diferentes órganos florales. Este proceso es fundamental para garantizar que las flores sean capaces de atraer polinizadores y producir semillas y frutos viables (Rochina Cambo, 2022).

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 (Baquerizo, 2023).

1.4 Etapa fenológica de la Flor

El estudio de la fenología se basa en el análisis de los eventos recurrentes que suceden en las flores a lo largo del periodo y como esto se ven perjudicados por factores ambientales, particularmente en el clima y las estaciones, en especies como la guanábana entender estos procesos resultan sustancial debido que permite reconocer los momentos específicos de la floración y la polinización (Kazman *et al.*, 2022).

1.5 Ciclos de Floración

1.5.1 Inicio de la Floración

El inicio de la floración de la guanábana (*Annona muricata*) es un proceso para la producción de frutos. La floración comienza con la aparición del primordio floral, una pequeña protuberancia en las ramas del árbol que indica que está entrando en su fase reproductiva. Este primordio se desarrolla gradualmente, formando una yema floral que eventualmente se abrirá para revelar la flor completa. Las condiciones climáticas cumplen un papel importante en el desarrollo del proceso floral de la guanaba las mejores condiciones de temperatura para que acontezca la floración se sitúa entre los 25 y 30 °C (León-Fernández *et al.*, 2021).

1.5.2 Duración de la Floración

El proceso de la floración de la guanábana cambia en función al entorno y la vitalidad del cultivo, en zonas tropicales es común contemplar floraciones a lo largo del tiempo aunque ciertas temporadas manifiesta una mayor intensidad las flores poseen la vida útil corta entre dos y tres días presentando diferentes fases de apertura, por lo tanto es importante que el productor verifique el cultivo con frecuencia con la finalidad de establecer el momento adecuado para intervenir con las practicas agronómicas adecuadas (Aliaga Rojas y Chocce Unocc, 2024).

Los principales factores que conducen a la aborto de una flor corresponden a un polen inviable o envejecido que impide la fecundación, una flor no receptiva o en senescencia que no permite la germinación ni la penetración del tubo polínico, la fecundación incompleta o fallida donde no se activan las señales hormonales como auxinas y giberelinas que estimulen el crecimiento del ovario, la falta de sincronía entre el polen y la flor provocando pérdida de la ventana fértil, y un desbalance en la relación fuente/demanda energética o estrés ambiental lo que provoca o induce abortos programados.

1.6 Escala BBCH

Según Jiménez-Zurita *et al.*, (2023), la escala BBCH emplea un sistema de código decimal que se divide en estadio de crecimiento primarios y secundarios, el primer dígito de escala corresponde al estadio de crecimiento primario con su intervalo de 0-9, el segundo dígito cambia 1-9 el cual especifica los estadios intermedios. Finalmente, el tercer dígito varía de 0-9 que podría referirse al porcentaje de crecimiento que se produce en un órgano o estructura particular como en las yemas florales, flores y frutos (Liu *et al.*, 2015).

1.6.1 Descripción de los estadios fenológicos

En el estadio 6 el proceso de la floración en la guanábana (Tabla 2), se puede observar que la flor alcanza su fase de apertura total, en esta etapa, los pétalos se muestran plenamente desplegados, dejando visible las estructuras como los estambres y pistilos (Jiménez-Zurita *et al.*, 2023).

Tabla 2. Estadio 6 de la floración de la guanábana (Jiménez-Zurita *et al.*, 2023).

Floración en tallos y ramas – Floración principal (Mesoestadio 1)		
610	Las primeras flores abren	En esta fase, los pétalos de las primeras flores comienzan a separarse. Este es el inicio visible de la floración, donde las flores empiezan a abrirse y a ser receptivas para la polinización
611	Flores parcialmente abiertas	Las flores están parcialmente abiertas, lo que significa que los pétalos se han separado, pero no están completamente desplegados. Este es un momento crucial para la polinización, ya que los estigmas pueden empezar a ser receptivos
613	Floración temprana	Aproximadamente el 30% de las flores han abierto. En esta etapa, la planta está en plena floración temprana, es un buen momento para la polinización manual si se desea asegurar una buena producción.
615	Floración completa	Más del 50% de las flores están completamente abiertas. Este es el pico de la floración, donde la mayoría de las flores están listas para ser polinizadas. La sincronización de la polinización en esta etapa es crucial para maximizar la producción de frutos
617	Desvanecimiento de flores	La mayoría de los pétalos comienzan a caer o a secarse. Este es el inicio del final de la floración, donde las flores que no han sido polinizadas empiezan a marchitarse
619	La floración termina	Todos los pétalos han caído o se han secado. En esta fase, la floración ha concluido y la planta se prepara para el desarrollo de los frutos a partir de las flores que fueron exitosamente polinizadas.

Tabla 3. Estadio 7 de la floración del desarrollo del fruto (Jiménez-Zurita et al., 2023)

Desarrollo del fruto en tallos y ramas - Temporada principal de desarrollo de fruto (mesoestadio 1).		
T11	Amarre del fruto	El crecimiento del ovario inicia, marcando el comienzo del desarrollo del fruto tras la fecundación.
712	Crecimiento del fruto	El fruto alcanza aproximadamente el 10 % de su tamaño final. El pericarpio es visible, de color verde, y puede tener forma redonda, ovalada, cónica o de corazón.
713	Fruto al 30% de su tamaño	El fruto continúa desarrollándose y alcanza alrededor del 30 % de su tamaño final.
715	Fruto al 50 % de su tamaño	El fruto ha crecido hasta alcanzar aproximadamente la mitad de su tamaño final.
717	Fruto al 70 % de su tamaño	El fruto se encuentra en un 70 % de su tamaño final, con características más definidas y visibles.
719	Fruto casi desarrollado	El fruto está cercano a su tamaño final. Se completa el desarrollo del pericarpio y otras estructuras externas del fruto

1.7 Polinización

Con forme a lo planteado por Suarez (2023), el proceso de polinización trata en el tratado del polen desde las estructuras masculinas de las flores conocidas como estambres hacia las estructuras femeninas, denominadas estigmas debido a que este fenómeno pueda presentarse en dos formas; cuando ocurre dentro de la flor se denomina autofecundación, mientras que la transferencia se realiza entre flores distintas se trata de una fecundación manual.

1.7.1 Polinización natural

La polinización natural es un método que ocurre de manera eficaz en varias especies vegetales y es llevada a cabo por varios organismos vivos. Peña (2003) afirma que la polinización es mayormente llevada a cabo por coleópteros, himenópteros e incluso lepidópteros.

Según Franco *et al.* (2001), la polinización en la guanábana (*Annona muricata*) acontece primordialmente mediante la actividad de insectos de la familia Nitidulidae, distintas investigaciones han destacado que este proceso natural no siempre es efectivo, debido a que necesitan de la presencia considerable de polinizadores, se ha contemplado que,

para que una flor logre desarrollar un fruto con buena forma y calidad, se requiere la participación de al menos cuatro coleópteros por flor, esta baja eficiencia en la polinización natural puede limitar la productividad del cultivo. Por ello, algunos productores recurren a técnicas manuales para asegurar la fecundación.

1.7.2 Polinización manual

La polinización manual es una práctica de mejora de cultivos en la que se rocía polen sobre inflorescencias femeninas susceptibles para lograr una fertilización óptima y aumentar la productividad en el primer año de cosecha; este tratamiento debe realizarse cuando exista un gran número de inflorescencias parcialmente polinizadas (más del 20%) por aborto y/o pudrición de las inflorescencias, o cuando el número de inflorescencias masculinas sea inferior al 10% del total (Flores y Peláez, 2018).

Viabilidad del polen

La viabilidad del polen es una medida de fertilidad masculina, el polen viable es fundamental para el proceso de reproducción por tanto la evaluación de la fertilidad del polen es esencial para todo proceso reproductivo. La longevidad del polen puede estar afectada por la temperatura y/o la humedad relativa. En muchos híbridos el polen puede estar encogido o contraído y no viable (Rodríguez *et al.*, 2018).

Existen distintos métodos para evaluar la viabilidad del polen. Entre los más rápidos y precisos destacan la tinción con colorantes vegetales y la germinación en medios artificiales. Las pruebas de tinción tienen ventajas como indicadores de la viabilidad del polen, ya que son más rápidas y fáciles que la germinación del polen; sin embargo, tienden a sobreestimar la viabilidad y el poder germinativo real de los granos de polen. Por otro lado, la germinación *in vitro* depende del genotipo; las condiciones ambientales; la madurez del polen; la composición y el pH del medio, por lo que es necesario determinar las condiciones óptimas para la germinación del polen (Ordoñez, 2014).

Los tintes que se utilizan para reconocer la viabilidad del polen actúan como marcadores bioquímicos o estructurales que reaccionan con componentes específicos del grano de polen. La reacción del tinte depende de, la integridad de la membrana plasmática, de la actividad metabólica, la presencia de almidón o del pH intracelular. El Lugol reacciona con el almidón presente en el interior del grano de polen, formando un complejo oscuro o negro. La Safranina es un colorante básico que tiñe principalmente núcleos o células muertas o degradadas, ya que penetra cuando hay daño en la membrana plasmática. La Violeta de

genciana es un tinte vital que penetra células con daño en granos de polen se asocia con muerte celular, y el azul de bromotimol es un indicador de pH que cambia de color según el metabolismo celular, por lo general las células viables acidifican su citoplasma, cambiando el color del tinte.

Los tintes más utilizados para identificar viabilidad de polen en guanabana son el aceto de carmín o acetato de fluoresceína. El aceto-carmín es un tinte nuclear vital que tiñe de rojo o púrpura oscuro las estructuras celulares ricas en cromátida, mientras que el acetato de fluoresceína es un marcador fluorescente de viabilidad celular que detecta actividad enzimática en células vivas penetrando fácilmente en el citoplasma de las células del polen.

1.7.3 Formación de fruto

Los principios fisiológicos relevantes en la guanábana es necesario reconocerlos, considerando que presenta dicogamia protógina donde las flores de guanabana primero pasan por una fase femenina que corresponde a la antesis femenina y luego pasan por la masculina cumpliendo con la antesis masculina, en estas condiciones el éxito en la formación de frutos va a depender de tres factores que corresponden a, viabilidad del polen, receptividad estigmática y sincronía fisiológica entre flor y polen.

En un estudio realizado por Franco *et al.* (2001) sobre el crecimiento y la calidad del fruto de guanábana en distintas intensidades de polinización manual presentaron porcentaje de frutos desarrollados de 67,5% evidenciando la eficacia de esta técnica para mejorar el rendimiento de este cultivo, de forma similar Cobos (2009) realizó una evaluación sobre la polinización manual donde obtuvo valores que oscilaron entre 36,97% y 58,65% resaltando la utilidad de la polinización manual en *Annona muricata*.

El peso del fruto depende del número de óvulos fecundados que determinan el número de carpelos que se desarrollan plenamente, la distribución y calidad del polen que afecta cuántos carpelos son activados, el momento de la fecundación que influye en la producción hormonal endógena (auxinas y giberelinas) que promueven el crecimiento celular y acumulación de reservas, así también se debe considerar el tiempo de permanencia del polen sobre el estigma antes de la fecundación.

Según Cobos (2009) menciona que al realizar la polinización manual el peso promedio de los frutos alcanzó los 2,58 kg, registrándose un promedio mínimo de 1,96 kg, observando un ligero cambio frente a los hallazgos del presente estudio, esto podría atribuirse a las condiciones climáticas, particularmente a las lluvias ocurridas en el transcurso de la duración de la investigación, las precipitaciones influyen directamente en el

desarrollo y peso del fruto. Por ello, es importante considerar el contexto ambiental al analizar estos resultados.

La simetría en los frutos refleja un proceso de fecundación completa y uniforme de los carpelos en el ovario de la flor. En guanábana, un fruto bien formado depende de la cantidad de óvulos fecundados, la distribución homogénea del polen viable sobre los estigmas y la germinación exitosa del tubo polínico hacia todos los carpelos. Una fecundación parcial, desigual o tardía provoca frutos deformes o asimétricos, y zonas del fruto más pequeñas, arrugadas o faltantes.

En estudios realizados sobre guanabana presentaron índices de simetría de 1,70 y 1,61 como los promedios más altos y más bajos, respectivamente, estos datos difieren ligeramente de los obtenidos en la presente investigación, donde se registraron valores máximos de 1,48 y mínimos de 1,21. Por su parte, Franco *et al.* (2001) indicaron que la simetría del fruto sigue una distribución normal. Este comportamiento refuerza la relevancia de dicha variable como indicador en la evaluación física del fruto. Su análisis permite estimar la uniformidad y calidad comercial de la guanábana.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización del área

La presente investigación se la llevó a cabo en la Comuna Buena Fuente, ubicada en la provincia de Santa Elena, con las coordenadas geográficas 2°17'20.9" latitud sur, 80°42'29.4" longitud oeste (Figura 1), presenta una geografía diversa y única. El experimento se llevó a cabo de Septiembre del 2024 a Mayo del 2025.



Figura 1. Imagen satelital del área de estudio (Google Maps, 2025).

2.1.1 Condiciones climáticas

El clima cálido y tropical de la comuna se caracteriza por temperaturas promedio anuales entre 24° C y 28° C. La zona se caracteriza, por tener dos épocas al año la húmeda y la secas, las temperaturas oscilan de diciembre a mayo con precipitaciones anuales 300 y 600 mm, mientras que la época seca tiende a disminuir notablemente la humedad relativa se mantiene alta (INIAP, 2016).

2.1.2 Características del suelo

Su variedad de suelos, clima y topografía la convierten en un lugar ideal para cultivos tropicales. Geológicamente, la región cuenta con suelos profundos y fértiles, ricos en materia orgánica, así como áreas con suelos erosionados. La composición franco-arcillosa de los suelos retiene eficientemente el agua, lo que los hace aptos para cultivos exigentes (INIAP, 2016).

2.2 Materiales, equipos y reactivos

2.2.1 Material biológico

Se utilizó la variedad de guanábana gigante de Brasil, en el cual se caracteriza en gran tamaño de frutos llegando a pesar 3 a 5kg.

2.2.2 Material de campo para colecta de muestra

- Cinta Métrica
- Cámara digital profesional Nikon D3200
- GPS
- Vasos recolectores
- Laptop
- Etiquetas
- Cintas de colores
- Marcadores

2.2.3 Material de laboratorio

- Portaobjetos
- Cubreobjeto
- Pipetas de plástico
- Cámara de Neubauer
- Pincel

2.2.4 Equipos de laboratorio

- Microscopio

2.2.5 Reactivos para medios de cultivo

- Azul de bromotimol
- Safranina
- Lugol
- Violeta

2.3 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo cuantitativo, experimental y aplicada. Se enmarca en un enfoque experimental considerando dos factores relacionados con las fases fenológicas de la flor para observar los efectos de la polinización manual sobre diferentes estadios de la flor de guanábana (*Annona muricata*).

2.4 Diseño de investigación

2.4.1 Diseño experimental

El diseño experimental empleado en la presente investigación fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 4×2 , en el cual se evaluaron dos factores: el primero con cuatro niveles que corresponde a los estadios de la flor a polinizar y el segundo con dos niveles que corresponde al estadio de donde se obtuvo el polen, generando un total de ocho tratamientos combinados (Tabla 4), con nueve repeticiones que corresponden a los árboles evaluados.

Tabla 4. Detalle de los tratamientos.

Tratamientos	Factor1. Estadio	Factor 2. Polen
T1	611	615
T2	611	617
T3	613	615
T4	613	617
T5	615	615
T6	615	617
T7	617	615
T8	617	617

Las unidades experimentales totales por tratamiento fueron de 30 flores. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y, en caso de diferencias significativas, se aplicaron pruebas de comparación de medias de Tukey al 5% de probabilidades (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis de la Varianza.

Fuente De Variación	GL
Tratamientos	7
Factor 1 (Estadio)	3
Factor 2 (Polen)	1
Factor 1 X Factor 2	3
Error Experimental	64
Total	71

2.5 Manejo del experimento

2.5.1 Etiquetado de flores

Se realizó el etiquetado de flores de guanábana según el estadio fenológico en que se encontraban, utilizando cintas de colores diferenciados para cada fase: Estadio 611 (botón floral verde): cinta verde. Estadio 613 (preantesis): cinta amarilla. Estadio 615 (antesis): cinta azul. Estadio 617 (postantesis): cinta negra. Esta codificación permitió un seguimiento ordenado del comportamiento de las flores a lo largo del experimento.

2.5.2 Obtención de Polen

Para la recolección de polen se seleccionaron flores en los estadios 615 y 617. Estadio 615: Se obtuvieron dos flores, extrayendo cuidadosamente el polen del cono estigmático con ayuda de pinzas finas. Este polen fue almacenado en un frasco oscuro, con el fin de preservar su viabilidad. Estadio 617: Se recolectó el polen utilizando una aspiradora manual dirigida hacia el interior del cono floral. El polen fue depositado también en un recipiente oscuro, etiquetado de acuerdo con el estadio de origen.

2.5.3 Polinización manual

La polinización se realizó cuidadosamente en flores seleccionadas, empleando dos pinceles distintos, uno para cada tipo de polen según el estadio del cual fue recolectado. Para este proceso se realizó el siguiente procedimiento, en primer lugar, se separaron los pétalos delicadamente para no causar ninguna lesión a la flor. El polen se lo aplico cuidadosamente con un pincel fino para luego colocarlo en un recipiente oscuro, finalmente se cerraron manualmente los pétalos con precaución imitando el cierre natural de la flor para cuidar la zona polinizada.

2.5.4 Identificación de flores polinizadas

Después de realizar la polinización manual, se pusieron etiquetas identificativas en cada flor polinizada, cuyas etiquetas incluían información importante como, la fecha que se realizó la polinización, el estadio fenológico floral, el polen utilizado y el número de árboles tratados facilitando con este método el control detallado de cada flor polinizada en el tiempo que se realizó el estudio.

2.5.5 Seguimiento a las flores polinizadas

Se ejecutaron registros de forma semanal para dar seguimiento al progreso de cada flor sometida a polinización comprobando si ingresaba hacia la formación o si por el contrario presentaba aborto. Este seguimiento permitió evaluar la efectividad de la polinización manual según el estadio fenológico de la flor y la fuente del polen.

2.6 Parámetros a evaluar

2.6.1 Viabilidad del polen

La viabilidad del polen se evaluó mediante la técnica de tinción con varios tintes como son, bromotimol, lugol, safranina y violeta, se utilizó este método con la finalidad de distinguir entre granos viables y no viables, para ellos se utilizó la siguiente fórmula.

$$\% \text{ de Viabilidad} = \frac{N^{\circ} \text{ de granos de polen teñidos}}{N^{\circ} \text{ total de granos de polen}} * 100\%$$

2.6.2 Tasa de cuajado

El cuajado indica un periodo crítico en la fase reproductiva de las plantas que tienen flores, mediante lo que el ovario empieza su cambio en el fruto tras su floración. Por condiciente la tasa de cuajado se evaluará por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Flores cuajadas} = \frac{N^{\circ} \text{ total flores que cuajan}}{N^{\circ} \text{ total de flores polinizadas}} * 100\%$$

2.6.3 Porcentaje de aborto de flores

El aborto floral hace mención a la proporción de flores que a pesar de haber obtenido un desarrollo apropiado no consiguió finalizar su ciclo productivo. Por ende, para evaluar esta variable se aplicará la siguiente fórmula:

$$\% \text{ aborto de flores} = \frac{N^{\circ} \text{ total flores abortadas}}{N^{\circ} \text{ total de flores polinizadas}} * 100\%$$

2.6.4 Tasa de Frutos Desarrollados

La tasa de frutos desarrollados representa el porcentaje de frutos que han alcanzado un estado de desarrollo óptimo en relación con el total de flores que fueron polinizadas, aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Frutos Desarrollados} = \frac{N^{\circ} \text{ total frutos desarrollados}}{N^{\circ} \text{ total de flores polinizadas}} * 100\%$$

2.6.5 Peso del Fruto

Para la evaluación del peso del fruto, se consideraron aquellos que estaban en el estadio fenológico 719. Posteriormente, los frutos fueron colocados sobre una balanza digital y obtuvimos el peso individual por fruto. El objetivo fue determinar en qué tratamiento el peso de fruto (gramos) alcanzó los valores más altos.

2.6.6 Simetría del Fruto de la Guanábana

La simetría del fruto se evalúa mediante la medición de dos parámetros morfométricos: el diámetro ecuatorial y el diámetro axial.

Para obtener esta evaluación de simetría, se utiliza la relación de simetría calculada de la siguiente manera. Donde un valor cercano a 1 indica alta simetría. Aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Indice de Simetría} = \frac{\text{Diámetro}_{\text{Ecuatorial}}}{\text{Diámetro}_{\text{Axial}}}$$

2.7 Análisis estadístico de los resultados

Los datos obtenidos en las variables evaluadas fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) para determinar la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, considerando un nivel de significancia de $p \leq 0.05$. Dado que se

utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 4×2 , se evaluaron los efectos principales de cada factor y su interacción.

En los casos donde se detectaron diferencias significativas, se aplicó una prueba de comparación de medias de Tukey para identificar las diferencias específicas entre tratamientos. El procesamiento de los datos y los análisis estadísticos se realizaron utilizando el Software InfoStat.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Porcentaje de la viabilidad del polen

La Tabla 6 presenta el análisis de la varianza (ANOVA) aplicando el porcentaje de viabilidad del polen, se determinó que no se encontró diferencia significativa en los factores evaluados. Asimismo, la interacción entre ambos factores factor 1 x factor 2 tampoco muestra diferencias significativas, lo que manifiesta que la composición de estos no consiguió efectos considerables sobre las variables de estudio. El coeficiente de variación fue de 5,61% lo cual señala una baja variabilidad entre las unidades experimentales.

Tabla 6. Análisis de varianza para el porcentaje de viabilidad del polen.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	190,8	7	27,26	1,08	0,4179
Factor 1_Polen	5,81	1	5,81	0,23	0,6373
Factor 2_Reactivo	182,93	3	60,98	2,42	0,1036
Factor 1*Factor 2	2,06	3	0,69	0,03	0,9937
Error	402,56	16	25,16		
Total	593,36	23			
CV %				5,61	

En la Figura 2 se observan los resultados obtenidos del porcentaje de viabilidad de polen expuestos a diferentes tratamientos. Para evaluar la viabilidad se utilizó cuatro reactivos bromotimol, lugol, safranina y violeta.

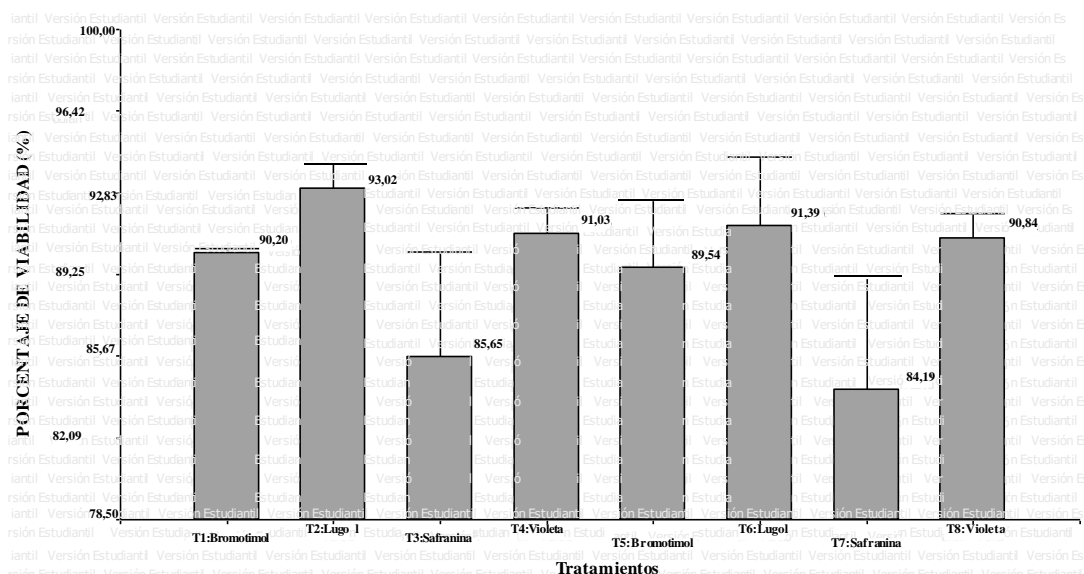


Figura 2. Promedio de los porcentajes de viabilidad del polen

El reactivo Lugol, particularmente en los tratamientos T2 y T6 presentan mayor porcentaje de viabilidad de polen con un promedio del 93,02 y 91,09% respectivamente,

mientras que los tratamientos con reactivo safranina, mostraron valores inferiores tanto en los tratamientos T3 y T7 con porcentajes del 85,65 % y 84,19 % respectivamente. Estos resultados indican que el reactivo Lugol es un reactivo que permite determinar de mejor manera la viabilidad del polen, mientras que, la safranina podría no ser un reactivo recomendable para la evaluación de la viabilidad.

Estos resultados mencionan que el Lugol mostró alta viabilidad debido a que muchos granos contenían almidón, es decir, eran funcionalmente viables y metabólicamente activos, mientras que, la poca viabilidad en la safranina podría estar relacionada a que el polen tenía buena integridad membranal y era viable, pero este tinte podría reportar falsos positivos por su bajo contraste con el polen vivo; pudiendo reportar que el polen de estadio de flor 615 logro una mayor viabilidad frente al polen de estadio de flor 617, encontrándose ambos con una viabilidad en el polen sobre el 90%.

En investigaciones realizadas por Neves *et al.* (2017), donde evaluarón los parametros genéticos de la viabilidad de polen en guayaba reportaron que utilizando el reactivo lugol obtuvieron el mayor porcentaje de viabilidad de polen (73%). Mientras que, en investigaciones realizadas por Gozlekci *et al.* (2011), donde evaluo la viabilidad de polen en cultivares de níspero reportaron un 75,6%.

3.2 Porcentaje de cuajado

En la Tabla 7 se observa el análisis de la varianza (ANOVA) para el porcentaje de cuajado donde muestra diferencias estadísticas altamente significativa $p < 0,0001$ tanto para el factor 1 y factor 2, lo que sugiere que en el factor 1 (polen) existe una influencia clara del tipo de polen utilizado en la polinización manual sobre el cuajado y en el factor 2 (receptor) indica que la polinización manual en distintos estadios de la flor impacta de manera importante sobre el cuajado. Así mismo, la interacción entre factor 1 x factor 2 presenta diferencia altamente significativamente lo que sugiere que el efecto del polen varia dependiendo del estadio fenológico de la flor receptor. El coeficiente de variación es de 10,52% lo que es aceptable en este tipo de ensayos indicando una buena precisión experimental y baja dispersión relativa de los datos.

Tabla 7. Análisis de varianza para el porcentaje de cuajado.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4714,83	7	673,55	27,24	<0,0001
Factor 1_Polen	1530,89	1	1530,89	61,91	<0,0001
Factor 2_Receptor	2511,61	3	837,2	33,85	<0,0001
Factor 1*Factor 2	672,33	3	224,11	9,06	<0,0001
Error	1582,67	64	24,73		
Total	6297,5	71			
CV%				10,52	

La Figura 3 presenta los porcentajes de cuajados entre los diferentes tratamientos. El T5 muestra el mayor porcentaje de cuajado con un promedio de 60,67% que corresponde al tipo de polen de estadio 615 utilizado para polinizar manualmente, seguido se presentan los tratamientos T1 y T3 con el 53% que corresponde también al polen 615. Mientras que, el T2 presenta menor porcentaje de cuajado con un promedio de 37%, seguido del T4 con 39,78, es necesario mencionar que en ambos tratamientos se utilizó tipo de polen de estadio 617 para polinizar manualmente.

Estos resultados indican que, existe una alta viabilidad y poder germinativo del polen de estadio floral 615 y regular receptividad estigmática en estadio de flor 615, esto podría estar beneficiado por las condiciones ambientales favorables para que ocurriera la fecundación, aunque la sincronía no fuera ideal; mientras que, el fallo total en la fecundación del T2 corresponde a una incompatibilidad temporal completa entre el gametofito masculino y femenino.

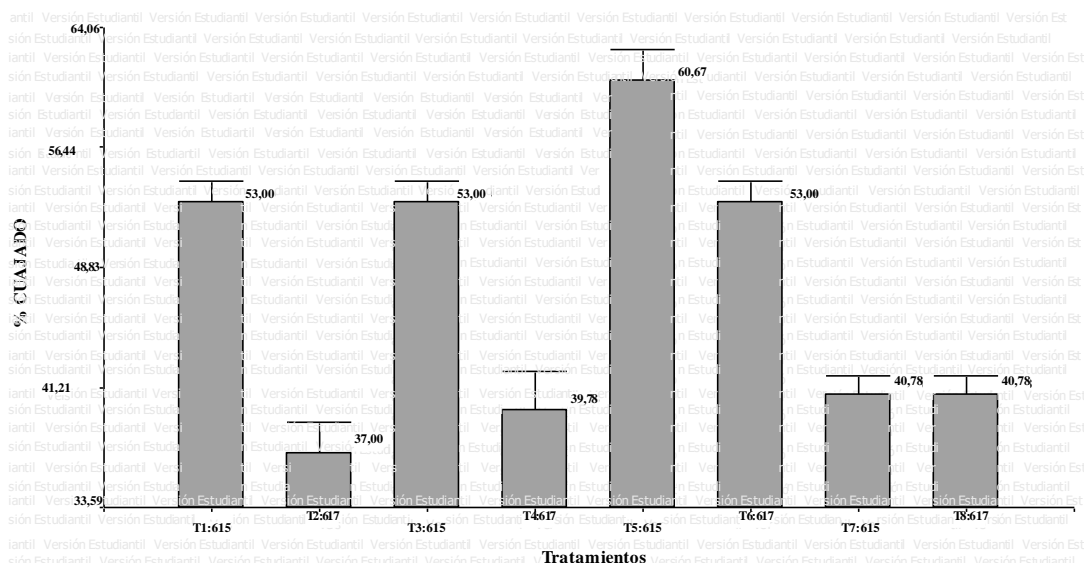


Figura 3. Porcentaje de cuajado en guanábana

En investigaciones realizadas por Añazco y Celi (2022), respecto al cultivo de guanabana donde estudio la aplicación del ácido naftalenacético y evaluó la polinización

manual logró un 73,33% de cuajado. Franco *et al.* (2001), mencionan que utilizando diferentes intensidades de polinización en cultivo de guanabana se evaluó la polinización manual logrando un 70% de cuajado. Estas investigaciones infieren con los resultados obtenidos debido a que se obtuvo un 60,67% de cuajado lo que se cree se vio afectado por las condiciones climáticas, debido a que en los meses en estudio existieron precipitaciones inusuales en la zona.

3.3 Porcentaje de aborto de flores

Según el análisis de varianza (ANOVA) para el porcentaje de aborto de flores existe diferencia significativa $p < 0,0001$ para el factor 1 (polen) lo que indica que las distintas fases florales utilizadas influyen de manera importante en aborto de flores y en el factor 2 (receptor) existe diferencia altamente significativa lo que indica que hay diferencias claras entre los tratamientos con distintos tipos de polen utilizado para la polinización manual. Así mismo, la interacción entre factor 1 x factor 2 presenta diferencia estadística significativa lo que sugiere que ciertas combinaciones específicas entre el tipo de polen y el estadio receptor de la flor pueden aumentar o disminuir el aborto de flores. El coeficiente de variación fue 7,69% lo cual indica una variabilidad experimental aceptable para la investigación (Tabla 8).

Tabla 8. Análisis de varianza para el porcentaje de aborto de flores.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4031,43	7	575,92	35,57	<0,0001
Factor 1_Polen	1413,35	1	1413,35	87,29	<0,0001
Factor 2_Receptor	1977,04	3	659,01	40,7	<0,0001
Factor 1*Factor 2	641,04	3	213,68	13,2	<0,0001
Error	1036,22	64	16,19		
Total	5067,65	71			
CV%				7,69	

En la Figura 4 se observan los resultados del porcentaje de abortos entre los diferentes tratamientos. Los tratamientos T2 y T4 muestran los valores más altos de aborto floral con promedios de 60% y 63%, respectivamente, lo que sugiere que el tipo de polen utilizado (617) influye sobre la respuesta de estos tratamientos. En contraste, el T5 presenta el valor más bajo con un promedio de 40%, seguido de los tratamientos T3 y T6 con 47% de abortos, lo que indica una mayor capacidad reproductiva.

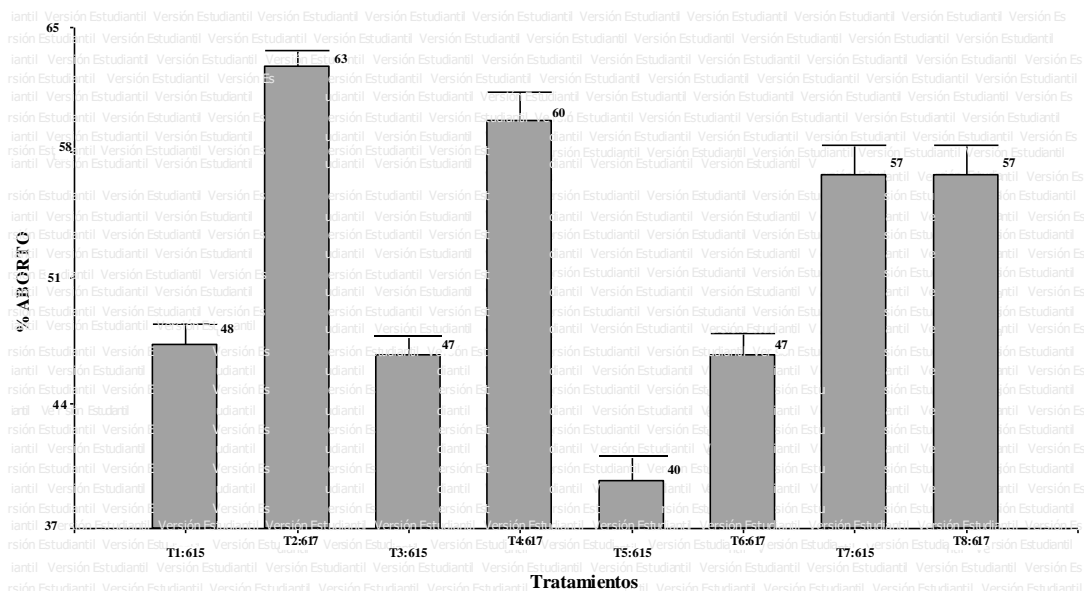


Figura 4. Porcentaje del aborto de flores en guanábana

El mayor número de abortos está relacionado con el tratamiento que combina dos fases incompatibles, una flor que aún no está lista y un polen que ya pasó su punto óptimo, por lo que no hay fecundación, no se activa el desarrollo del ovario y la flor aborta, mientras que el menor número de abortos puede estar relacionada con que la flor en estadio floral 615 (anthesis masculina) tiene una receptividad estigmática rezagada o transitoria y la viabilidad del polen óptima permiten lograr una fecundación funcional donde se activan hormonas y se evita el aborto y la flor cuaja el fruto.

Según Cobos (2009) en su trabajo de investigación sobre guanábana, la polinización manual registro un porcentaje de aborto máximo de 63,56% y mínimo de 41,92%, coincidiendo con los resultados obtenidos en la presente investigación. Guaycha (2020), donde estudio la inducción de hormonas y evaluó la floración de guanábana obtuvo el 42,2% de aborto, lo que esta dentro de los rangos de aborto de la presente investigación.

3.4 Porcentaje de fruto desarrollado

Según el análisis de la varianza ANOVA (Tabla 9) sobre el porcentaje de frutos desarrollados muestra diferencias altamente significativas $p < 0,0001$ entre ambos factores evaluados lo que muestra un efecto relevante en el desarrollo de fruto. De igual manera, la interacción entre ambos factores presenta diferencia significativa, aunque de menor dimensión con los factores individuales. El coeficiente de variación fue de 10,56 lo cual refleja una variabilidad aceptable en este estudio.

Tabla 9. Análisis de varianza para el porcentaje de fruto desarrollado.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4570,21	7	652,89	27,51	<0,0001
Factor 1_Polen	1770,13	1	1770,13	74,58	<0,0001
Factor 2_Receptor	2496,71	3	832,24	35,06	<0,0001
Factor 1*Factor 2	303,38	3	101,13	4,26	0,0083
Error	1519,11	64	23,74		
Total	6089,32	71			
CV%				10,56	

En la Figura 5 se observan los resultados entre los diferentes tratamientos en relación con la variable porcentaje de fruto desarrollado. El T5 obtuvo el mayor porcentaje de fruto desarrollado, con un 61% seguido del T3 con 53%. Mientras que, los tratamientos T2 y T8 presentaron los porcentajes más bajos del desarrollo del fruto, con 37 y 38%, respectivamente. Estos resultados indican que el uso del polen en estadio 615 para polinización manual favorece el desarrollo del fruto, sin embargo, el polen 617 depende del tratamiento receptor para mostrar mejor rendimiento.

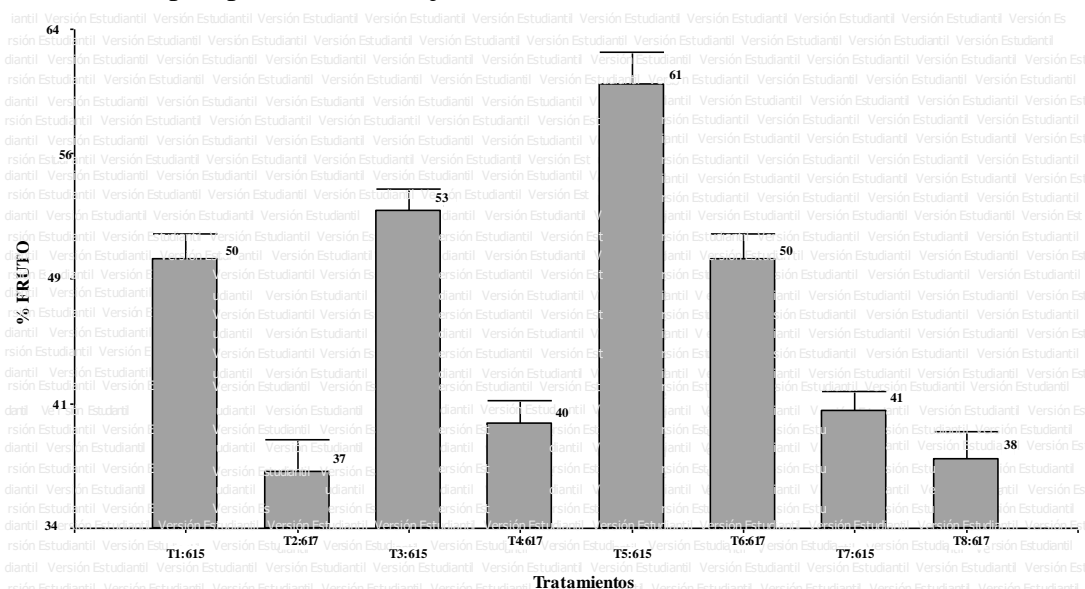


Figura 5. Porcentaje de fruto desarrollado en guanábana

Estos resultados explican que, tanto el polen como la flor de estadio floral 615 están en su punto máximo de actividad fisiológica, el polen activo y la flor con metabolismo alto, lo que favorece la adhesión, hidratación del polen y rápida germinación, generando un mayor número de frutos cuajados debido a una interacción altamente eficiente entre un polen fisiológicamente óptimo y una flor aún parcialmente funcional; mientras que la combinación del T2 representa una doble incompatibilidad, con un polen degenerado y una flor fisiológicamente inmadura generando mínimo desarrollo de frutos.

Franco *et al.* (2001) en su trabajo de investigación sobre el crecimiento y calidad de fruto y evaluación de la guanabana en distintas intensidades de polinización manual presentaron un 67,5%. porcentaje de frutos desarrollados. El ensayo realizado por Cobos (2009), donde evaluó la polinización manual logro un máximo de 58,65% y un mínimo de 36,97% de frutos desarrollados, estos valores coinciden con los resultados obtenidos en la presente investigación.

3.5 Peso del fruto

Según el análisis de la varianza ANOVA (Tabla 10) para el peso del fruto, el modelo presenta tendencia a la significancia ($F=2,13$; $p=0,0532$), lo que indica que sí se observa cierta influencia en los factores evaluados, sin embargo, el factor 1 no presenta diferencias estadísticas significativas, mientras que en el factor 2 se observa diferencia significativa $p<0.05$ lo cual puede estar asociado a características fisiológicas de los estadios florales utilizados para la polinización manual. La interacción factor 1 x factor 2 no presenta diferencia estadística significativa. El coeficiente de variación es de 12,10%, indicando una variabilidad aceptable para ensayos biológicos.

Tabla 10. Análisis de varianza para el peso del fruto.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,20	7	0,17	2,13	0,0532
Factor 1_Polen	0,06	1	0,06	0,76	0,3875
Factor 2_Receptor	0,71	3	0,24	2,93	0,0401
Factor 1*Factor 2	0,43	3	0,14	1,78	0,1603
Error	5,18	64	0,08		
Total	6,38	71			
CV%				12,10	

La Figura 6 presenta el peso promedio de los frutos desarrollados en diferentes tratamientos. El mayor peso promedio de fruto desarrollado se obtuvo en el T2, con 2,52 kg, seguido del T7 con 2,50 kg. Por el contrario, el T6 presenta los promedios inferiores siendo 2,09 kg.

Estos resultados indican que, el T2 (polen 617 x flor 611) presentó frutos más pesados, esto porque se pudo haber producido en un momento óptimo fisiológico, favoreciendo una activación homogénea de los carpelos, lo que induce una mayor producción hormonal tanto de auxinas como giberelinas dando como resultado un desarrollo más robusto del fruto, mientras que, el T6 (polen 615 x flor 617) presentó formación de

frutos pero un cuajado sin fecundación que podría corresponder a una partenocarpia parcial o por una estimulación incompleta que dio lugar a frutos pequeños, deformes o con poco desarrollo interno.

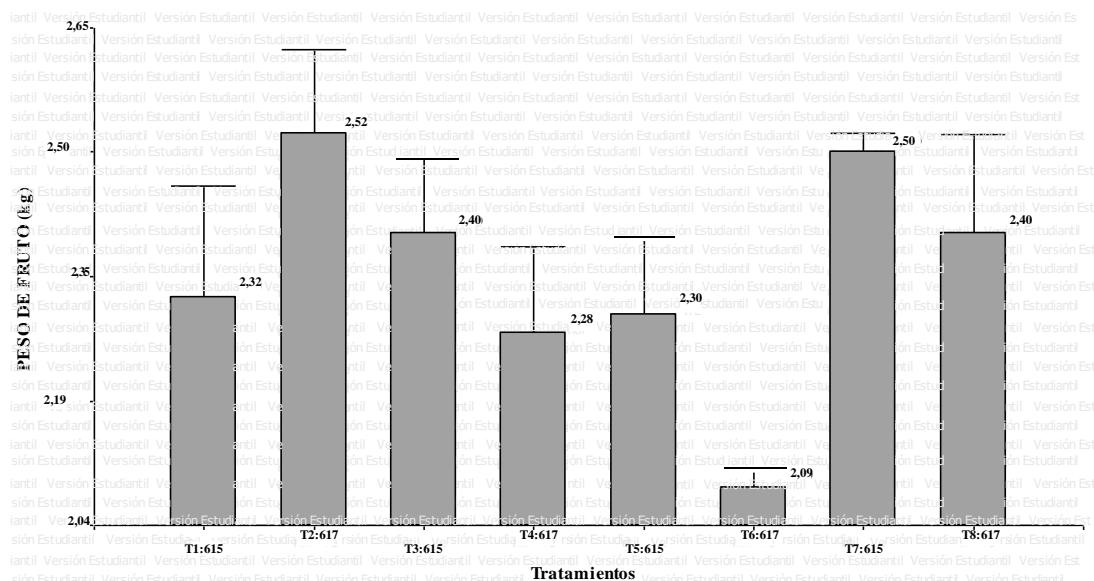


Figura 6. Promedio del peso de fruto de guanábana

El estudio realizado por Cobos (2009), presentó un peso promedio de fruto de 2,58 kg, siendo el menor peso reportado de 1,96 kg, logrando una ligera variación con los datos obtenidos en la presente investigación, pudiendo estar relacionados con la presencia de precipitaciones en la zona en los meses de estudio.

3.6 Simetría del fruto

La Tabla 11 muestra el análisis de varianza (ANOVA) para el índice de simetría del fruto, presentando una alta diferencia significativa ($F=14,44$; $p=0,0001$) lo cual corrobora que en los factores considerados tienen una alta variabilidad. De la misma manera se determina diferencia significativa entre interacción de ambos factores, Factor 1 * Factor 2. El coeficiente de variación fue de 5,17 lo cual se considera aceptable para esta investigación.

Tabla 11. Análisis de varianza para la simetría del fruto.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,47	7	0,07	14,44	<0,0001
Factor 1_Polen	0,09	1	0,09	18,48	0,0001
Factor 2_Receptor	0,11	3	0,04	7,12	0,0002
Factor 1*Factor 2	0,28	3	0,09	19,82	<0,0001
Error	0,30	64	0,08		
Total	0,77	71			
CV%				5,17	

En la Figura 7 se presenta los valores promedio de la simetría entre los tratamientos. El T5 muestra el mayor índice de simetría con 1,48, mientras que los tratamientos T4, T7 y T2 mostraron valores bajos de 1,21, 1,24 y 1,26 respectivamente.

Los resultados indican que, la calidad del polen 615 permite una buena adhesión y dispersión sobre todos los lóbulos del estigma, favoreciendo una fecundación homogénea de los carpelos, lo que se traduce en frutos más simétricos, llenos y balanceados, mientras que el T4 (polen 617 x flor 613) presentan una fecundación parcial donde solo una parte de los estigmas fue fecundada efectivamente provocando que algunos carpelos se desarrollen mientras otros no generando un fruto con crecimiento desigual, asimétrico, con zonas deprimidas o deformes.

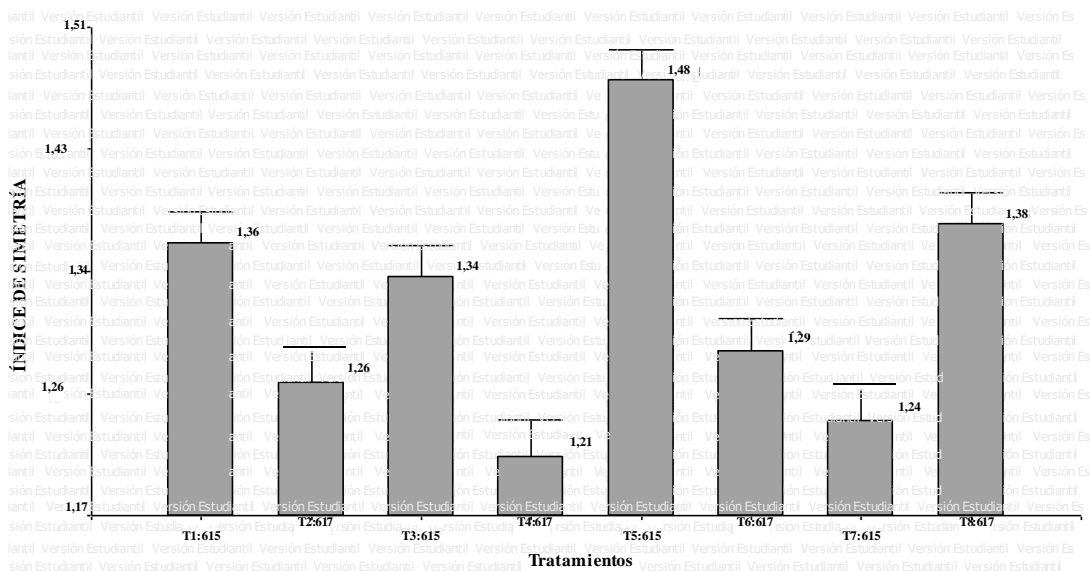


Figura 7. Promedio del índice de simetría del fruto de guanábana

En el trabajo de investigación realizado por Ávila *et al.* (2012), sobre guanábana reportaron valores de índice de simetría de 1,70 y 1,61 siendo mayor y menor, respectivamente. En contrastes, con los resultados que se presenta en esta investigación donde la mayor simetría fue de 1,48 y la menor simetría fue de 1,21. Por otro lado, Franco *et al.* (2001), en su estudio sobre guanábana, señalaron que la simetría del fruto presento una distribución normal, lo que evidencia la importancia de esta variable como criterio para evaluar la calidad física del fruto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La fase fenológica 615 (antesi masculina) fue identificada como la etapa más adecuada para la recolección de polen de alta calidad, ya que en este estadio el polen presenta máxima viabilidad, integridad estructural y mayor capacidad de germinación, lo cual lo hace ideal para su uso en polinización manual dirigida alcanzando un 93,02% de viabilidad.

El estadio floral óptimo para la aplicación de polen resultó ser también la fase fenológica 615, debido a que, a pesar de estar en antesi masculina, algunas flores presentan receptividad parcial, permitiendo la adhesión y germinación del polen viable y logrando una mayor tasa de cuajado y simetría en los frutos.

La producción de guanábana se incrementó significativamente mediante polinización manual, realizando combinaciones correctamente entre fases fenológicas funcionales entre polen y flor, siendo las mejores combinaciones polen de estadio 615 con flor estadio 615 y 617, reduciendo el aborto floral, mejorando el cuajado y la presencia de frutos desarrollados, a pesar de que el peso y la simetría presentan variaciones que pueden estar dadas por la presencia de insectos plaga y condiciones ambientales que afectaron la fecundación de los carpelos.

Recomendaciones

- Se sugiere llevar a cabo nuevas investigaciones que consideren un mayor número de variables relacionadas con la cosecha y el manejo postcosecha de los frutos.
- Además, en aquellos cultivos que lo requieran, es recomendable aplicar técnicas de polinización manual con el objetivo de optimizar su producción.
- Implementar prácticas que favorezcan una floración adecuada, de manera que la polinización resulte más efectiva y beneficiosa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga Rojas, R.M. and Chocce Unocc, E.S. (2024) 'Inducción a la floración con Fitohormonas en el cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) en el distrito de San Ramón', *Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión* [Preprint]. Available at: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/4805> (Accessed: 28 April 2025).
- Añazco, J.P. and Celi, K.D. (2022) 'Evaluación del ácido naftalenacético en el cuajado del fruto de guanábana (*Annona muricata* L.)', *SATHIRI*, 17(2), pp. 132–141. Available at: <https://doi.org/10.32645/13906925.1135>.
- Anchico-Jojoa, W. *et al.* (2021) 'Cálculo del tiempo térmico para 13 códigos de la escala BBCH de 12 progenies de quinua en las condiciones de crecimiento de la Sabana Brasileña', *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 15(3), pp. e13109–e13109. Available at: <https://doi.org/10.17584/rcch.2021v15i3.13109>.
- Apolinario Ventocilla, J.J. (2019) 'Dos métodos de polinización manual durante el ciclo de apertura floral en Chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) ecotipo "Cumbe"'. Available at: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4093> (Accessed: 29 April 2025).
- Chang Flores, J.R. (2023) *Polinización asistida de las flores del cultivo de guanábana (Annona muricata)*. bachelorThesis. BABAHOYO: UTB, 2023. Available at: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14764> (Accessed: 28 April 2025).
- Crespo, I.S. *et al.* (2022) 'Propiedades, beneficios y efectos de la guanábana (*Annona muricata* L.) sobre la glucemia y el cáncer.', *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 9(2), pp. 86–101. Available at: <https://doi.org/10.23850/24220582.4976>.
- Cuesta-Ríos, E.Y., Aguilar, L.M.C. and Pérez, Z.M.R. (2020) 'Insectos asociados con un cultivo de guanábana [*Annona Muricata* L. (1753): Annonaceae] en la vereda San Antonio, municipio de Quibdó, Chocó, Colombia', *Revista Bioetnia*, 17(1), pp. 20–36. Available at: <https://doi.org/10.51641/bioetnia.v17i1.228>.
- Díaz Oviedo, D.K. (2020) 'Comparación de Estructura de Costos con Aplicación de Hormonas en la Conformación de Racimos en Palma de Aceite Comercial (Var. Irho Cabaña) en la Plantación Agropecuaria Macolla S.A.S'. Available at: <https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/1630> (Accessed: 29 April 2025).
- Duchi Pataron, N.W. (2021) 'Métodos de extracción y valoración de ácidos grasos de la almendra de guanábana (*Annona muricata*).' Available at: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15521> (Accessed: 28 April 2025).
- Fernández, S. (2020) 'DISEÑO DE EXPERIMENTOS: DISEÑO FACTORIAL'.
- Guzmán Nevares, M.A. (2022) *Identificación de tipos de injertos utilizados en el cultivo de Guanábana (Annona muricata L.), en el Ecuador*. bachelorThesis. BABAHOYO: UTB, 2022. Available at: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13258> (Accessed: 28 April 2025).
- INIAP (2016) *El productor de guanábana busca mercados en el país*. INFORME ANUAL 2016. Available at: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5943/1/Iniapeels40p.pdf>.
- Jiménez-Zurita, J.O. *et al.* (2023) 'Estadios fenológicos de crecimiento de árboles de guanábana (*Annona muricata* L.) utilizando la escala BBCH extendida', *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 29(1), pp. 5–18. Available at: <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2022.03.006>.
- León-Fernández, A.E. *et al.* (2021) 'EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS FITOQUÍMICOS DE INFLORESCENCIA Y FRUTOS DE GUANÁBANA (*Annona muricata* L.)', *Acta Agrícola y Pecuaria*, 7(1). Available at: <https://aap.uaem.mx/index.php/aap/article/view/269> (Accessed: 28 April 2025).
- Narciso Nieto, K.G. (2020) 'Producción de plantones de guanábana (*Annona muricata* L.) con dos tipos y cinco métodos de injertos a nivel de vivero en Tingo María'. Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.14292/1803> (Accessed: 28 April 2025).
- Ocón Zúñiga, H.J. (2022) *Efecto de bioplaguicidas comerciales a base de bacterias del género Bacillus sobre el manchado de grano y rendimiento en el cultivo de arroz*

- (*Oryza sativa L.*, cv. Anar-97). masters. Universidad Nacional Agraria. Available at: <https://repositorio.una.edu.ni/4571/> (Accessed: 29 April 2025).
- Rochina Cambo, S.Y. (2022) *Manejo agronómico del cultivo de guanábana (Annona muricata L.), en el Ecuador*. bachelorThesis. BABAHOYO: UTB, 2022. Available at: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13168> (Accessed: 28 April 2025).
- Rugel Espinosa, A.G. (2023) 'Evaluación de cuatro tipos de sustratos en la propagación sexual de *Pseudobombax millei* (beldaco) en el cantón Santa Rosa provincia de El Oro.' Available at: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/18586> (Accessed: 28 April 2025).
- Salomon Castaño, J. (2021) *Tratamientos para preservar la calidad en frutos de anonáceas*. Sánchez Jara, J. et al. (2019) 'Control biológico de *Spodoptera frugiperda* en cultivo de *Zea mays*: Uso de nematodos entomopatógenos', *Scientia Agropecuaria*, 10(4), pp. 551–557. Available at: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.12>.
- Sánchez-Monteón Ana Luisa et al. (2019) 'Comparative study between natural, entomophilic and manual pollination in soursop (*Annona muricata L.*) | Request PDF', *ResearchGate* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.35429/JESN.2019.15.5.18.22>.
- Terán-Erazo, B. et al. (2019) 'CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y MORFOLOGÍA DE FRUTOS DE GUANÁBANA (*Annona muricata L.*)', *Agrociencia*, 53(7), pp. 1013–1027.
- Anaya, D. J. M. et al., 2021. La cadena productiva de guanábana: una opción para el desarrollo económico en Compostela, Nayarit. *Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 31(57), pp. 1-41.
- Añazco, C. J. & Celi, S. k., 2022. Evaluación del ácido naftalenacético en el cuajado del fruto de guanábana (*Annona muricata L.*). *Sathiri*, 17(2), pp. 132-141.
- Armijo, J. M. G., 2020. *Evaluación de hormonas comerciales para inducción a la floración del cultivo de guanábana (Annona muricata) en el sector de Fumisa*. 1 ed. Quevedo: UNIVERSIDAD TECNICA ESTATAL DE QUEVEDO.
- Ávila, R., Pérez, M., Giménez, A. & Hernández, E., 2012. La guanábana: una materia prima saludable para la industria de alimentos y bebidas. *Revista Digital de Investigación y Postgrado de la Universidad "Antonio José de Sucre"*, 2(2), pp. 134-142.
- Baquerizo, B. T., 2023. *Comportamiento productivo de la polinización artificial en el cultivo de guanábana (Annona muricata) en Río Verde, Santa Elena*. 1 ed. La Libertad : Universidad Estatal Península de Santa Elena .
- Becerra-Zamorano, C. C. et al., 2025. Estimulación floral y vegetativa de guanábana con poda de verano. *Ciencias Agrícolas*, 16(1), pp. 1-10.
- Cardoso, C. P. et al., 2023. Effect of plant-growth regulators, adjuvants and artificial pollination on the fixation and quality of *Annona squamosa L* cultivars' fruit. *Acta Sci., Agron*, 45(1), pp. 2-11.
- Carpio, I., Torres, S., Andersson, G. & Norrmann, G., 2016. ASPECTOS DE LA BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE STEVIA REBAUDIANA. *BONPLANDIA*, 25(1), pp. 59-71.
- Chang, J. R., 2023. *Polinización asistida de las flores del cultivo de guanábana (Annona muricata)*. s.l.:Tesis de Licenciatura. BABAHOYO: UTB.
- Cobos, M. 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*. 1 ed. Santo Domingo: ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO.
- Flores, M. & Peláez, S., 2018. *Determinación de la capacidad antioxidante de los extractos de las hojas de guanábana (Annona Muricata L.) obtenidos por diferentes métodos*. 1 ed. Guayaquil: Tesis Ing Qco.
- Franco, M. O., Jasso, M. J., García, V. E. & Saucedo, V. C., 2001. Crecimiento y calidad de frutos de *Annona muricata L.* con diferente intensidad de polinización. *Rev. Fitotec. Mex*, 24(2), pp. 139-144.
- García, A. M. et al., 2020. Polinización artificial: ¿ANA en suspensión líquida o ANA en mezcla sólida?. *Rev cultivo sostenible*, 41(4), pp. 15-26.

- Gozlekci, S., Uzun, H. I. & Tepe, S., 2011. DETERMINATION OF POLLEN VIABILITY, GERMINATION, AND QUANTITY IN LOQUAT CULTIVARS. *Rev. Acta hortic*, 887(48), pp. 281-284.
- Guaycha, A. J., 2020. *Evaluación de hormonas comerciales para inducción a la floración del cultivo de guanábana (Annona muricata) en el sector de Fumisa*. 1 ed. Quevedo: UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO.
- Guzmán, M. A., 2022. *Identificación de tipos de injertos utilizados en el cultivo de Guanábana (Annona muricata L.), en el Ecuador*. s.l.:BS thesis. BABAHOYO: UTB, 2022.
- INIAP, 2014. *Guanábana*. [Online] Available at: <https://tecnologia.iniap.gob.ec/guanabana/> [Accessed 10 Junio 2025].
- Jiménez-Zurita, J. et al., 2023. Phenological growth stages of soursop trees (*Annona muricata* L.) based on the extended BBCH-scale. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 29 (1), pp. 5-18.
- Kazman, B., Harnett, J. & Hanrahan, J., 2022. Traditional Uses, Phytochemistry and Pharmacological Activities of Annonaceae. *Rev Moleciles*, 27(34), pp. 2-32.
- Liu, K. et al., 2015. Identification of phenological growth stages of sugar apple (*Annona squamosa* L.). *Scientia Horticulturae*, 181(46), pp. 76-80.
- Neves, d. S. S. et al., 2017. Genetic parameters of pollen viability in guava (*Psidium guajava* L.). *Aus. Jour Crop Science*, 11(1), pp. 1 -8.
- Nolasco-González, Y., Hernández-Fuentes, L. & Montalvo, E., 2020. Caracterización morfológica y fisicoquímica de frutos de accesiones de guanábanas seleccionadas en Nayarit. *Rev. Mex. Cienc. Agric*, 10(23), pp. 223-237.
- Ordoñez, B., 2014. *Determinación de la Viabilidad y Fertilidad del Polen*. 8 ed. Lima: Centro Internacional de la Papa-CIB.
- Peña, J. E., 2003. Insectos polinizadores de frutales tropicales: no solo las abejas llevan la. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, Volume 69, pp. 6-20.
- Rodríguez, L. M., 2022. *POLINIZACIÓN MANUAL DE LA GUANÁBANA (Annona muricata) EN LA PARROQUIA JUAN GÓMEZ RENDÓN (PROGRESO) PROVINCIA DE GUAYAS*. 1 ed. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Rodríguez, R. J., Andrade, R. M., Canul-Ku, J. & Castillo, G. A., 2018. Viabilidad de polen, receptividad del estigma y tipo de polinización en cinco especies Echeveria en condiciones de invernadero. *Ciencias agrícolas*, 6(1), p. 111.
- Salomon, J., 2021. *Tratamientos para preservar la calidad en frutos de anonáceas*. s.l.:Universidad Autónoma del Estado de México.
- Suarez, A. L., 2023. *Polinización asistida en el cultivo de guanábana "Annona muricata" en el Ecuador*. 1 ed. Babahoyo: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO.
- Teran, B., 2022. *Caracterización de frutos de guanábana Annona muricata L. en México*. s.l.:Universidad Autónoma de Morelos.
- Tomala, O. S., 2022. *EFFECTO DE INDUCTOR DE FLORACIÓN SOBRE LA FORMACIÓN DE FRUTOS EN EL CULTIVO DE GUANÁBANA (Annona muricata) EN LA COMUNA BAMBIL COLLAO, SANTA ELENA*. 1 ed. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.

ANEXOS

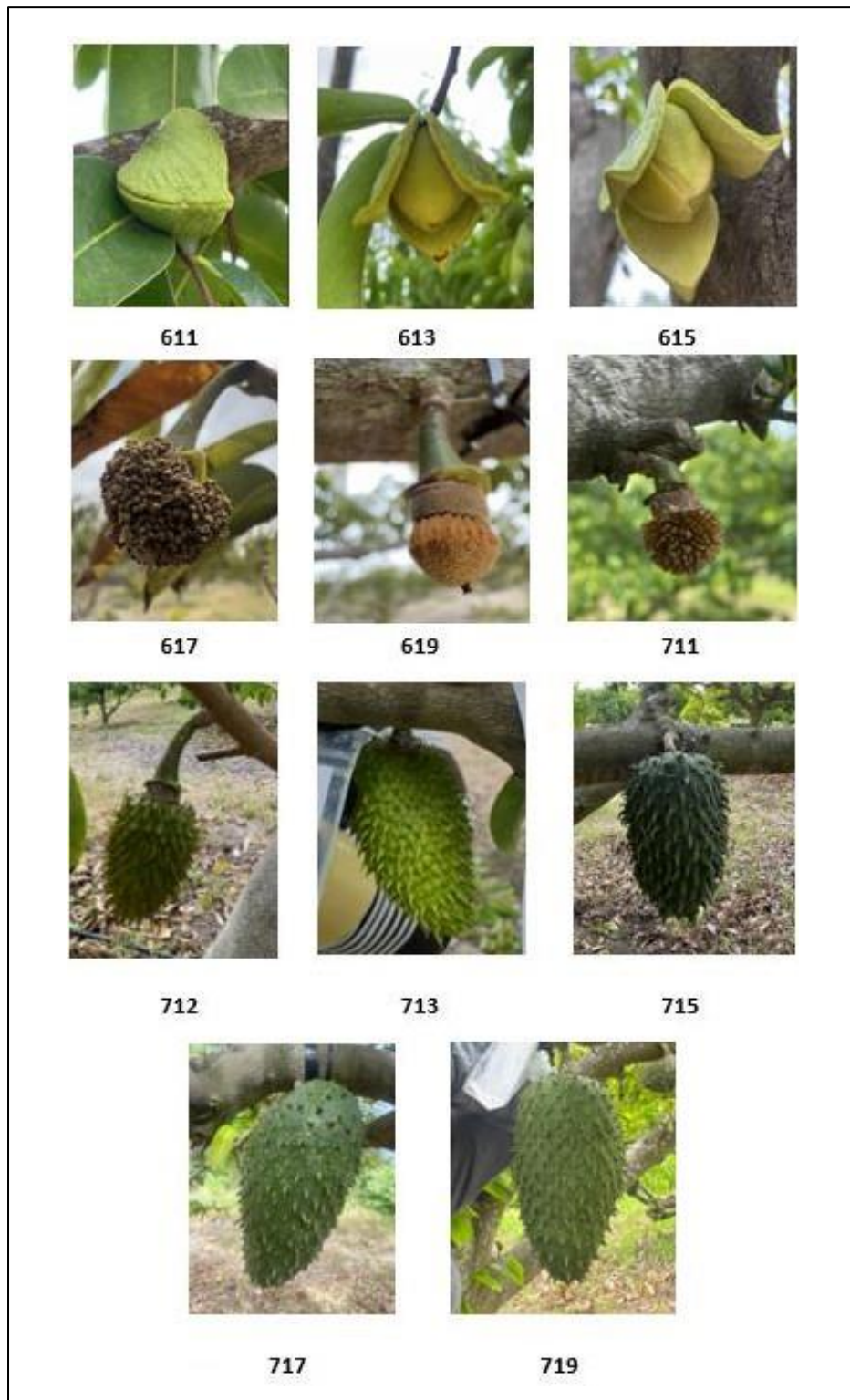


Figura 1A. Escala BBCH para la floración y fructificación de guanábana, estadios estudiados.



Figura 2A. Polen 617 con estructuras reproductivas.



Figura 3A. Polen 615 con estructuras reproductivas.



Figura 4A. Extrusión de polen estadio 615.



Figura 5A Extrusión de polen con aspiradora estadio 617

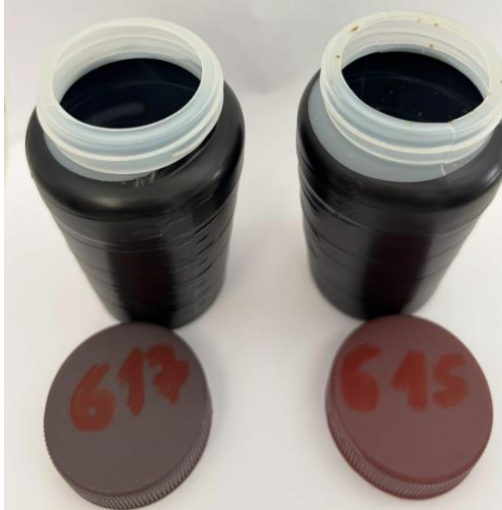


Figura 6A. Polen 617 y 615 almacenados en frascos oscuros para mantener viabilidad.



Figura 7A. Identificación de flor según estadio en estudio.



Figura 8A. Polinización manual con utilización de pincel.



Figura 9A. Identificación de la flor polinizada.



Figura 10A. Seguimiento semanal de los tratamientos en estudio.



Figura 11A. Toma de datos del diámetro axial en frutos.



Figura 12A. Toma de datos del diámetro ecuatorial en frutos.



Figura 13A. Pesaje de fruto por tratamiento.



Figura 14A. Seguimiento y control semanal del desarrollo del fruto.



Figura 15A. Frutos cosechados.

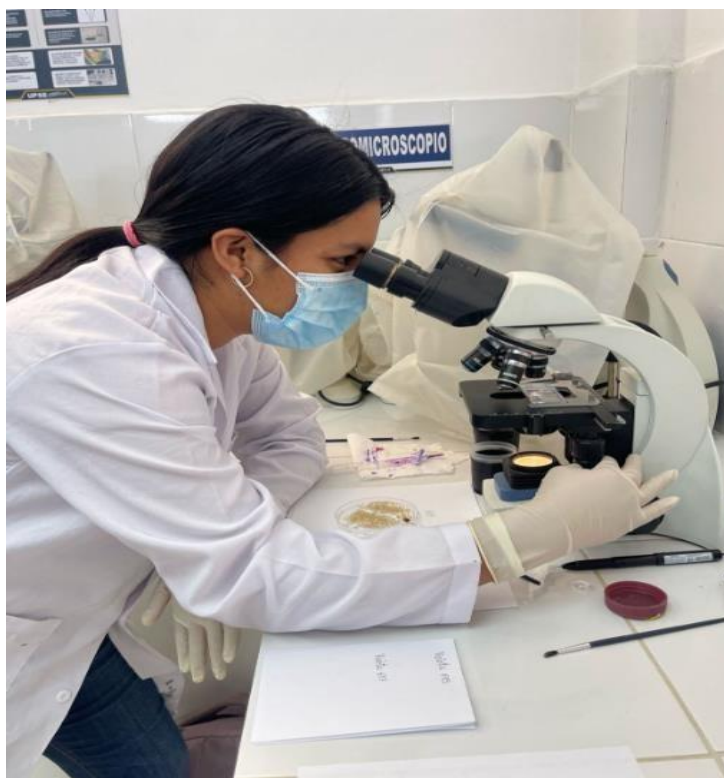


Figura 16A. Observación microscópica para análisis de la viabilidad del polen.


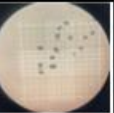

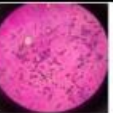
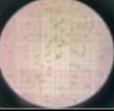

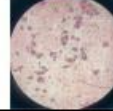
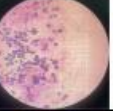

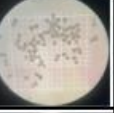

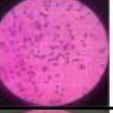
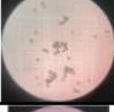
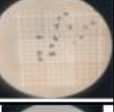

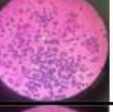
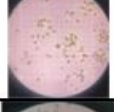
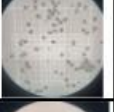

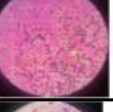
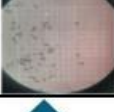
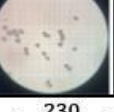
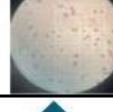
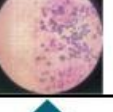
Viabilidad del polen										
REPETICIÓN	Código	BROMOTIMOL	Conteo	LUGOL	Conteo	SAFRANINA	Conteo	VIOLETA	Conteo	
R1	615		288/27		24//2		88/8		268/19	
	617		180/30		25//4		84/7		198/15	
R2	615		168/18		120/6		380/116		228/28	
	617		104/5		112/4		164/29		420/46	
R3	615		204/23		108/10		196/25		369/42	
	617		84/12		32/3		64/21		186/22	
		↕	$Viabilidad = \left(\frac{230}{230 + 20} \right) * 100$			↕				↕
R1	615	91,42%		92,30%		91,66%		93,34%		
	617	85,71%		86,20%		92,31%		92,96%		
R2	615	90,32%		95,24%		76,61%		89,06%		
	617	95,41%		96,55%		84,97%		90,13%		
R3	615	89,86%		91,52%		88,68%		89,78%		
	617	87,50%		91,43%		75,29%		89,42%		

Figura 17A. Determinación de la viabilidad del polen con diferentes reactivos