



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS



CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Evaluación de tres métodos de polinización artificial en el cultivo de chirimoya (*Annona cherimola*) en el cantón Patate

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERA AGRÓNOMA

AUTOR:

Dayana Lissette Sanipatín Pilaguano

TUTOR:

Ing. Mg. Jorge Dobronski

Cevallos- Ecuador

2024

APROBACIÓN DE LA TESIS

**Evaluación de tres métodos de polinización artificial en el cultivo de chirimoya
(*Annona cherimola*) en el cantón Patate.**

REVISADO POR:



Ing. Mg. Jorge Enrique Dobronski Arcos

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:

Fecha

07/02/2024



Ing. Patricio Núñez Torres, PhD.

PRESIDENTE DE TRIBUNAL



Ing. Mg. Zurita Vásquez José Hernán

MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

07/02/2024



Ing. Mg. León Gordón Olguer Alfredo


07/02/2024

MIEMBRO DE TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, **DAYANA LISSETTE SANIPATIN PILAGUANO**, portador de la cédula de ciudadanía número: **1850152297**, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: **“Evaluación de tres métodos de polinización artificial en el cultivo de chirimoya (*Annona cherimola*) en el cantón Patate”** es original, auténtico y personal.

En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



DAYANA LISSETTE SANIPATIN PILAGUANO

C.I 1850152297

AUTORA

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “**Evaluación de tres métodos de polinización artificial en el cultivo de chirimoya (*Annona cherimola*) en el cantón Patate**”. Como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



DAYANA LISSETTE SANIPATIN PILAGUANO

DEDICATORIA

A mis queridos padres Nancy y Narciso.

Esta tesis es el resultado de años de esfuerzo, dedicación y sacrificio, y quiero dedicarla a ustedes, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración y apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

Cada página de esta tesis lleva su huella, ya que todo lo que he logrado es gracias a su constante aliento y confianza en mí. Espero que este trabajo sea un testimonio de mi gratitud hacia ustedes, y de la forma en que sus valores y enseñanzas han influido en mi crecimiento personal y académico.

Gracias por ser mis modelos para seguir y por brindarme el amor y el apoyo que me han impulsado a superar obstáculos y alcanzar mis metas. Los amo profundamente y les dedico este logro con todo mi corazón.

A mi hermana Doménica

Con amor y gratitud, dedico esta tesis a la persona que siempre ha sido mi fuente constante de inspiración. Tu apoyo incondicional y tu ánimo han sido mi fuerza motriz a lo largo de este viaje académico.

A mi hija Martina

Esta tesis es un testimonio de mi compromiso con la educación y el aprendizaje, pero también es un tributo a ti, mi fuente de fortaleza y motivación. Tus risas, tu curiosidad insaciable y tu amor incondicional han sido mi refugio en los momentos de desafío.

Dedico este trabajo a ti, mi preciosa hija, en la esperanza de que crezcas sabiendo que puedes alcanzar cualquier meta que te propongas. Que esta tesis sea un recordatorio de que el esfuerzo y la perseverancia son el camino hacia el éxito.

Con cariño y agradecimientos eternos

DAYANA LISSETTE SANIPATIN PILAGUANO

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por permitirme culminar una etapa más en vida, ya que él me ha dado la sabiduría y la fuerza para poder salir adelante. Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera invaluable en la realización de esta tesis. En primer lugar, quiero agradecer a mi tutor, el Ing. Jorge Dobronski, y al Ing. Edwin Pallo por su orientación experta, su apoyo constante y sus consejos invaluable a lo largo de este proceso. Su dedicación y compromiso han sido fundamentales para el éxito de este trabajo.

A mis queridas amigas Estephany, Patricia, a mi primo David y amigos en general

Este logro no habría sido posible por su constante apoyo, ánimo y amistad. Durante los momentos de desafío, ustedes fueron mi refugio de tranquilidad y mi fuente de risas invaluable. Sus palabras de aliento y su presencia constante han sido un faro de luz en este viaje académico.

A cada uno de ustedes, les dedico este trabajo. Gracias por creer en mí, por celebrar mis triunfos y por estar allí en los momentos difíciles. Esta tesis lleva un pedacito de cada uno de ustedes, y espero que continúen siendo parte de mi vida mientras avanzamos hacia nuevos horizontes.

Quiero extender mi agradecimiento a Andy, por su invaluable apoyo durante el proceso de realización de esta tesis, incluso cuando mis ánimos decaían, tu humor y consejos lograban motivarme. Aprecio mucho tu genuino interés en mi investigación.

Con cariño y agradecimientos eternos

DAYANA LISSETTE SANIPATIN PILAGUANO

ÍNDICE GENERAL

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
INDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY	xiv
CAPÍTULO I.....	15
MARCO TEÓRICO.....	15
1.1 Introducción.....	15
1.2 Antecedentes investigativos	16
1.3 Categorías fundamentales.....	19
Cultivo de Chirimoya (<i>Annona cherimola</i>).....	19
1.3.1 Origen.....	19
1.3.2 Clasificación taxonómica	20
1.3.3 Descripción botánica.....	21
1.3.4 Fases de floración de la chirimoya (<i>Annona cherimola</i>).	22
1.3.5 Requerimientos edafoclimáticos	23

1.3.6	Plagas y enfermedades del cultivo de chirimoya	24
1.3.7	Polinización.....	25
1.4	Objetivos	29
1.4.1	Objetivo general.....	29
1.4.2	Objetivos específicos	29
CAPÍTULO II		30
METODOLOGÍA		30
2.1	Ubicación de ensayo.....	30
2.1.1	Características del lugar.....	31
2.1.2	Condiciones climáticas.....	31
2.2	Equipos y Materiales	31
2.2.1	Equipos.....	31
2.2.2	Materiales.....	31
2.3	Métodos	32
2.3.1	Método	32
2.4	Factores de estudio	32
2.4.1	Testigo	32
2.5	Tratamientos	33
2.5.1	Diseño experimental.....	33
2.5.2	Características del ensayo	33
2.5.3	Esquema del ensayo en campo.....	34

2.6	MANEJO DEL ENSAYO	34
2.6.1	Polinización artificial	34
2.7	VARIABLES RESPUESTA	35
2.8	HIPOTESIS.....	36
2.8.1	Alternativa	36
2.8.2	Nula.....	36
CAPÍTULO III.....		37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		37
3.1	Análisis y discusión de los resultados	37
3.2	Verificación de hipótesis.....	44
CAPÍTULO IV.....		45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		45
4.1	Conclusiones.....	45
4.2	Recomendaciones	45
CAPÍTULO V		46
MATERIALES DE REFERENCIA.....		46
5.2	Referencias bibliográficas	46
5.2	Anexos	50

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Zonas productoras de chirimoya en el país	20
Tabla 2 Clasificación taxonómica del cultivo de chirimoya	20
Tabla 3 Requerimiento edafoclimaticos del cultivo de chirimoya	23
Tabla 4 Principales plagas del cultivo de chirimoya	24
Tabla 5 Principales enfermedades del cultivo de chirimoya	25
Tabla 6 Eficiencia en el Cuajado según ciclo floral y horario de polinización	28
Tabla 7 Tratamientos para la polinización de chirimoya.....	33
Tabla 8 Características del ensayo en el cultivo de chirimoya.....	33
Tabla 9 Distribución de medias para porcentaje de fecundación	37
Tabla 10 Distribución de medias para días a la aparición del fruto	39
Tabla 11 Distribución de medias para el número de frutos	41
Tabla 12 Distribución de medias para el tamaño del fruto (diámetro polar y ecuatorial).....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso de formación de los granos de polen.....	27
Figura 2 Ubicación del ensayo.....	30
Figura 3 Esquema del ensayo en campo	34
Figura 4 Frutos fecundados de Chirimoya (<i>Annona cherimola</i>).....	38
Figura 5 Aparición de los primeros frutos de Chirimoya (<i>Annona cherimola</i>).....	40
Figura 6 Frutos cuajados de Chirimoya (<i>Annona cherimola</i>).....	41
Figura 7 Medición de los frutos de chirimoya (<i>Annona cherimola</i>) a) Diámetro Ecuatorial y b) Diámetro Polar	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Observación de flores con estambre maduros (estado masculino)	50
Anexo 2 Extracción de polen.....	51
Anexo 3 Peso de polen y talco industrial (misma cantidad).....	52
Anexo 4 Mezcla de polen y talco industrial.....	53
Anexo 5 Polinización artificial tres métodos	54
Anexo 6 Medición de diámetro polar y ecuatorial.....	55
Anexo 7 Datos tomados del ensayo	56
Anexo 8 Tabla de análisis de varianza ADEVA: Porcentaje de fecundación	57
Anexo 9 Tabla de análisis de varianza ADEVA: Días de aparición de los frutos	57
Anexo 10 Tabla de análisis de varianza ADEVA: Número de frutos	58
Anexo 11 Tabla de análisis de varianza ADEVA: Tamaño de fruto diámetro polar y ecuatorial.....	58
Anexo 12 Flor con cuatro pétalos	59
Anexo 13 Flor con cinco pétalos	60
Anexo 14 Flor con seis pétalos	61

RESUMEN

La presente investigación fue desarrollada en el cantón Patate con la finalidad de evaluar los diferentes métodos de polinización artificial en el cultivo de chirimoya (*Annona cherimola*), con el propósito de generar productos de calidad mejorando de esa manera la economía de los agricultores. Para la presente investigación se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones. Además, se realizó un análisis de varianza (ADEVA) y posteriormente los datos se examinaron mediante pruebas de Tukey al 5 % de los tratamientos que presentaron significación estadística. Obteniendo resultados positivos en cuanto a las variables en estudio en el caso de las variables porcentaje de fecundación, días de aparición de los primeros frutos y número de frutos cuajados fue el T2 el mejor tratamiento mediante la técnica del insuflador teniendo como medias 94,29%, 27 días y 2,77 frutos cuajados por rama, seguido de los tratamientos T1 y T3 a diferencia del testigo que mostró la menor eficiencia en cuanto a las variables analizadas. Sin embargo, la variable respuesta tamaño de frutos cuajados el T3 mediante la técnica de polinización a mano presentó una media de 23,76 mm de diámetro polar y 24,24 mm en el diámetro ecuatorial, seguidos del T1 y T2 con 21,59 mm y 20,26 mm de diámetro polar sin embargo en el diámetro polar los tratamientos no muestran diferencias significativas.

Palabras claves: Cuaje de frutos, Fecundación, Insuflador, Pincel, Polinización.

SUMMARY

This research was carried out in the Patate canton in order to evaluate the different methods of artificial pollination in the cultivation of cherimoya (*Annona cherimola*) in the Patate canton, with the purpose of generating quality products, thus improving the economy of the farmers. For the present research, an experimental design of completely randomized blocks with three treatments and three replications was used. In addition, an analysis of variance (ADEVA) was performed and then the data were examined by means of Tukey tests at 5% of the treatments that presented statistical significance. The positive results obtained for the variables under study in the case of the variables fertilization percentage, days of appearance of the first fruits and number of fruit set, T2 was the best treatment using the insufflator technique, with an average of 94.29%, 27 days and 2.77 fruit set per branch, followed by treatments T1 and T3, unlike the control, which showed the lowest efficiency in terms of the variables analyzed. However, the size of fruit set in T3 by hand-pollination technique showed an average of 23.76 mm in polar diameter and 24.24 mm in equatorial diameter, followed by T1 and T2 with 21.59 mm and 20.26 mm in polar diameter; however, in polar diameter, the treatments did not show significant differences.

Key words: Fruit set, Fertilization, Insufflator, Brush, Pollination.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción

La chirimoya (*Annona cherimola*) es un árbol caducifolio, pertenece a la familia de la Anonácea. Es originaria de los Andes peruanos y las montañas de Ecuador, algunos historiadores incluyen zonas andinas de Chile y Colombia. La chirimoya es la especie más apreciada de la familia Anonácea, por su exquisito sabor ha hecho que se distribuya en distintas partes del mundo. No se consume ampliamente en todo el mundo debido a las difíciles condiciones climáticas, el crecimiento muy tardío y la escasa polinización natural (INIAP, 2014). Los conocimientos técnicos en términos de plantaciones, mercadotecnia e industrialización son insuficientes. Los principales países productores son Perú, Chile, España, Bolivia, Colombia, Ecuador, Israel y Estados Unidos lo cual permite la generación de ingresos mediante la introducción de sus productos en mercados nacionales e internacionales generando así una estabilidad económica (García, 2018).

La chirimoya es uno de los cultivos con mayor potencial de exportación, ya que el país cuenta con varias zonas aptas para su producción. En los últimos años, la superficie cultivada ha aumentado debido al elevado precio de la fruta. El problema que existe es el bajo porcentaje de fecundación natural que existe en el cultivo de chirimoya (*Annona cherimola*) que afecta directamente la productividad de este cultivo. Aunque Ecuador es el país de origen de esta especie, se han realizado muy pocas investigaciones, lo que concuerda con la baja productividad y calidad de los frutos (Encala, 2014).

En la actualidad diversos agricultores que se dedican al cultivo de Chirimoya han incorporado una innovación tecnológica como es la polinización artificial en la que tiene como objetivo principal incrementar el rendimiento de la chirimoya mejorando

así la calidad del fruto tanto en peso como en uniformidad, conservación de variedades colaborando de esa manera con una seguridad alimentaria efectiva (Vásquez *et al.*, 2007).

La presente investigación tiene como objetivo evaluar los diferentes métodos de polinización artificial en el cultivo de chirimoya (*Annona cherimola*) en el cantón Patate, con el propósito de generar productos de calidad mejorando de esa manera la economía de los agricultores.

1.2 Antecedentes investigativos

Porras *et al.*, (2006) en su investigación mencionan que al realizar la polinización manual se recolectaron flores en estado IV como donantes de polen las cuales fueron recogidas el día anterior a polinizar en flores en estado III, dando como resultado un cambio morfológico de la flor alrededor de los 55 días de haber realizado dicha polinización, presentando un 69% de cuaje de la flor mediante la técnica artificial y un 20% de forma natural a los 70 días, obteniendo frutos de mayor peso con la polinización natural a comparación de la polinización artificial.

Huaringa (2022) señala en su artículo sobre el cultivo de palma el efecto de las diferentes técnicas de polinización que permiten incrementar la producción de palma durante sus primeros 4 años de vida, se aplicó tres técnicas de polinización como fue la natural , entomófila y la asistida asignando 5 repeticiones sobre tratamiento y con un diseño estadístico completamente al azar considerando como variables respuestas el peso de racimo, número de frutos normales y abortados, número de frutos rojos y blancos, mostrando como resultados diferencia significativa en cada una de las variables analizadas, mientras que el análisis comparativo arrojó que el mejor tratamiento fue mediante la polinización entomófila concluyendo que esta técnica puede ser la solución para mejorar el bajo rendimiento de dicho cultivo en sus primeros años de producción.

Apolonio *et al.*, (2015), y sus colaboradores en su artículo de investigación titulado “Influencia de la fuente de polen y su efectividad en la calidad de frutos de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.)” mencionan que el polen es muy importante en diferentes horarios de la polinización en tres variedades de chirimoya como es la bonita, White y campas, donde se realizó una polinización cruzada artificial y una autopolinización en diferentes horarios teniendo distintos ensayos como el T1 (7:00 am -9:00 am), T2 (10:00 am -12:00 pm) y T3 (12:00 pm -20:00 pm) utilizando la técnica del pincel y sin mezclar el polen de las diferentes variedades, teniendo como resultado en todas las variedades un porcentaje bajo del 5-10% de amarre de frutos siendo la autopolinización el tratamiento menos efectivo; sin embargo la polinización artificial presentó altos porcentajes en la variedad White de 87%, Campas 85% de amarre de frutos con el polen de bonita concluyendo que estas técnicas incrementan el peso de la pulpa, semillas de calidad y peso de fruto.

Parés *et al.*, (2014) evaluaron el efecto de la polinización artificial y natural en cultivo de maracuyá, teniendo como variables la calidad del fruto y la proporción de frutos cuajados por lo que en esta investigación se aplicó un diseño de bloques al azar con 10 repeticiones de cada técnica utilizada como son la polinización artificial alógama, polinización artificial autógena y polinización natural, teniendo como resultados en cuanto a la variable proporción de frutos se observó un 77% en cuanto a la polinización artificial alógama, seguida por la polinización natural con 25% y con un menor rendimiento mediante la polinización artificial autógena, por otra parte se considera a la polinización artificial alógama como la mejor técnica en cuanto a las características físicas del fruto en comparación a las demás técnicas.

Del mismo modo Vera *et al.*, (2016), en su investigación realizada se plantearon como objetivo la evaluación de tres métodos de polinización artificial para el cultivo de cacao clonal CCN-51, evaluando número de flores fecundadas y semillas, frutos sanos cosechados, peso del fruto y rendimiento kg/ha, siendo los tratamientos T0 polinización natural, T1 polinización manual, T2 presión de aire con neblinadora

sobre las flores y T3 presión de aire con neblinadora sobre el suelo cada uno con 4 repeticiones obteniendo los siguientes resultados para la variable número de flores en el T1 se observaron 28 flores y T0 15 flores ,en cuanto se refiere a frutos sanos el mejor fue T3 y no se encontró diferencias significativas con los otros tratamientos y testigo; en el peso del fruto el T2 y T3 (938,09g -937,36g) presentaron los mejores resultados; sin embargo en las variables número de semillas y rendimiento kg/ha fue el T3 con 1.243,64 Kg demostrando que la mejor técnica de polinización artificial fue la de aire al suelo y tronco.

Rendón *et al.*, (2013) en el presente artículo analizaron la polinización natural y la artificial con el propósito de mejorar la genética este ensayo se realizó con alrededor de 32 accesiones de diferentes departamentos de Colombia con 5 tratamientos, mostrando eficientes resultados en el horario (06:00 am - 08:00 am) en cuanto se refiere a la variable floración teniendo un 80% de flores abiertas y flores con un estilo curvo del 66% , en frutos formados se obtuvo mayores resultados en la polinización manual con 82% -86% seguida de la polinización artificial con un 60%, demostrando que el cultivo de Gualpa es totalmente fértil en cualquier técnica de polinización a utilizarse, promoviendo la conservación de su semilla y mejorando su productividad.

SIAP (2019) en su investigación reporta que este cultivo requiere de suelos francos, alcalinos o neutros y profundos (mayor a 1.5 m), con buen drenaje y un pH de 6,5 a 8, además se adaptan a climas tropicales y subtropicales por otra parte menciona que este cultivo requiere de 750 a 1200 mm de precipitación y una humedad relativa de 50 a 70% para lograr una buena polinización Necesita de una temperatura templada no húmeda y una altitud que va de los 2000 a los 2800 msnm.

Vásquez *et al* (2022) menciona que ha realizado defoliaciones que superaron significativamente al testigo en cuanto a brotación a los 21 y 28 días después de la aplicación; como resultado, la cosecha se adelantó 22,6 días.

Apolinario (2019) mediante su artículo señaló que para mejorar la polinización en la planta se ha aplicado una técnica de polinización artificial, la cual pretende duplicar la producción por planta siendo una técnica de fácil aplicación, aunque de mucho cuidado. Entre los cuidados principales se vio que la polinización presenta mayores resultados al realizarse por la mañana entre las 7 y 11 am, teniendo un alto porcentajes de cuajado además se comprobó que mediante esta técnica se obtienen frutos uniformes en un 90% de efectividad a comparación a los resultados obtenidos de la polinización realizada de 6 am a 4 pm y de 6-10 am del primer y segundo día del ciclo floral se pueden obtener porcentajes de cuajado de 71.9% a 85.5%, sin embargo estos resultados no aseguran un porcentaje alto de frutos grandes y formados, ya que, estos dependen del número de óvulos fecundados.

1.3 Categorías fundamentales

Cultivo de Chirimoya (*Annona cherimola*).

1.3.1 Origen

La chirimoya (*Annona cherimola*), pertenece a la familia de la *Annonaceae*. Es originaria del sur de Ecuador, en la provincia de Loja y al norte de Perú. Gracias a su exquisito sabor y valor nutritivo, es una fruta con potencial exportador, que contribuye a la reconversión de la matriz productiva y aporta ingresos a la economía del país (INIAP, 2014).

Tabla 1*Zonas productoras de chirimoya en el país*

Provincia	Zonas productoras	%
Carchi	Mira	8
Imbabura	Chota	15
	Salina	
	Urcuqui	
Pichincha	Puellaro	40
	Guayllabamba	
	Tumbaco	
Tungurahua	Patate	10
Azuay	Gualaceo	10
	Paute	
Loja	Vilcabamba	17
	Malacatos	

Fuente: (INIAP, 2008).

1.3.2 Clasificación taxonómica**Tabla 2***Clasificación taxonómica del cultivo de chirimoya*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Magnoliidae
Orden	Poales Small
Familia	Annonaceae
Subfamilia	Annonoideae
Género	Annona
Especie	cherimola
Nombre científico	<i>Annona cherimola</i>

Fuente: (Gayoso y Chang, 2017).

1.3.3 Descripción botánica

Sistema radicular

El sistema radicular es superficial, ramificado y derivado de dos o tres capas de diferentes alturas, pero es poco profundo (González, 2013).

Tallo

El tallo tiene una corteza gruesa y una copa frondosa y redondeada con abundante follaje. Este árbol es típicamente caducifolio, en climas tropicales puede permanecer siempre verde (García *et al.*, 2010).

Hojas

Las hojas son de forma lanceolada, de 10 a 20 cm de largo y la mitad de ancho, de color verde oscuro a verde brillante, dispuestas de forma alterna y opuesta en el tallo, cubriendo las yemas del pecíolo (García *et al.*, 2010).

Fruto

El fruto es agregado, posee gran número de semillas color negro, ovoides y brillantes. El fruto mide 15-20 cm de largo, 8-15 cm de ancho, pesa 250-1000 gramos, es blanco por dentro, de textura cremosa, sabor dulce y ligeramente ácido (Villamarín, 2020).

Fruto cuajado

Se considera un fruto cuajado cuando alcanza un diámetro ecuatorial de 40 mm a 60 mm, tomando en cuenta que el fruto después de la polinización aparece en un rango de 20 a 40 días siendo así el fruto notable en 30 días (Apolinario, 2019).

Flores

La flor de la chirimoya tiene tres pétalos muy carnosos de color verde claro o amarillento, con estambres en el centro y un cono carpelar sobre ellos (González, 2022). La parte femenina tiene entre 100 y 200 carpelos, mientras que la parte masculina tiene entre 150 y 200 estambres. Los frutos asimétricos y malformados se deben a que algunos óvulos se fertilizan de manera irregular cuando la polinización es insuficiente (Jaimes y Ruíz, 2017).

1.3.4 Fases de floración de la chirimoya (*Annona cherimola*).

Las flores de la chirimoya son colgantes tienen pétalos fuertes, carnosos, robustas y su forma es alargada. Están cerradas al principio de la antesis y comienzan a abrirse lentamente a medida que la flor empieza a madurar (Flores, 2013).

- **Flor cerrada:** desde que aparece hasta su desarrollo tarda dos semanas (Flores, 2013).
- **Flor pre hembra:** se puede ver cómo las puntas empiezan a desprenderse, entonces comienza la fertilidad; podemos separar los pétalos para polinizarlos. Esta fase puede perdurar de 5 a 20 horas antes de la siguiente fase (Flores, 2013).
- **Flor hembra:** se contempla que las puntas están más abiertas que en el estadio pre hembra; esto favorece la entrada de insectos que pueden polinizar. Esta fase perdura entre 26 y 29 horas antes de pasar a la fase masculina (Flores, 2013).
- **Flor macho:** se mira que los pétalos están completamente abiertos y liberan polen. Esta transición suele producirse al atardecer y los estigmas evolucionan de blancos y brillantes a oscuros y finalmente marrones (Flores, 2013).
- **Flor seca:** la flor pierde humedad hasta que se marchita perdura de 2 a 3 días. Si la polinización tuvo éxito, el ovario se asentará y engordará para formar un fruto cuajado. Este fruto dura de 4 a 7 meses en desarrollarse, necesitando de la salud de la planta, la variedad y la temperatura (Flores, 2013).

Este periodo comienza en diferentes momentos del año, dependiendo del tipo de poda realizada previamente. La defoliación de las plantas también desempeña un papel importante (Flores, 2013).

1.3.5 Requerimientos edafoclimáticos

Tabla 3

Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de chirimoya

Altura	1500 – 2500 m.s.n.m
Clima	Climas templados
Temperatura ideal	15 y 25°C
25° C - 28° C	Obtener un buen cuajado de frutos
Luminosidad	3 y 6 h/día mínimo
HR%	65 – 85 %
Precipitación	600 mm a 1700 mm anuales
Suelo	Arcilloso Franco - arenoso
Materia orgánica	1,7% - 2,7%
pH	6.5 – 7.5
Conductividad eléctrica	< 2 o 3 dS/m

Fuente: (Gonzaga, 2019).

1.3.6 Plagas y enfermedades del cultivo de chirimoya

Tabla 4

Principales plagas del cultivo de chirimoya

Plagas	Nombre científico	Afección
Mosca de la fruta	<i>Ceratitis capitata</i>	Ocasionan daño principalmente en los frutos, ya que la picadura de la hembra ocasiona un agujero de color marrón al momento de ovopositar
Perforador del fruto	<i>Bephratelloides sp</i>	Ataca al fruto ya que ovoposita directamente en la semilla al momento que los frutos todavía son pequeños, al salir deja un agujero de 2 a 3 mm, el daño puede superar un 70 %
Minador de hojas	<i>Lyonetia sp.</i>	El insecto deposita los huevos en el interior de las hojas, y se alimenta formando galerías de color blanco plumizas.
Queresas	<i>Pseudococcus fragilis</i>	Ocasionan daños en tallo flores y frutos
Fumagina	<i>Coccus hesperidum L</i>	Ocasiona daño en el pedúnculo, frutos, beneficiando a tizne

Fuente: (Gil y Aranda, 2019).

Tabla 5*Principales enfermedades del cultivo de chirimoya*

Enfermedades	Nombre científico	Afección
Podredumbre del cuello	<i>Phytophthora spp</i>	Provoca la muerte de las raíces y aparece un micelio de color blanco y setas sobre la base del tronco
Moniliasis	<i>Monilia frutícola</i>	Causa la momificación en los frutos, posteriormente ataca a flores, hojas nuevas y frutos que están en desarrollo de maduración
Podredumbre radicular	<i>Armillaria mellea</i>	Daños en arboles longevos produciendo clorosis foliar y defoliaciones el cual menora el vigor de la planta
Antracnosis	<i>Colletotrichum</i>	Ocasiona daño en el tallo, hojas, frutos lo cual conduce a la pudrición
Verticilosis	<i>Verticillium spp</i>	Infecta principalmente a las hojas haciéndolas marchitar, ocasionando que las hojas secas permanezcan más tiempo unidas al árbol

Fuente: (Gil y Aranda, 2019).

1.3.7 Polinización

La polinización es una técnica de suma importancia para la producción de alimentos, la cual consiste en el movimiento del polen desde los estambres al pistilo en una cantidad suficiente para que estos puedan dar origen a nuevos frutos y semillas. El

valor de la polinización radica en el efecto de la eficiencia y calidad en la producción de frutos el mismo que garantiza el alto porcentaje de frutos cuajados (Vásquez *et al.*, 2017).

La polinización es un proceso esencial para la reproducción de las plantas. En el caso de la chirimoya, la polinización es necesaria para la formación de los frutos. Dicha técnica permite garantizar la producción y calidad de frutos permitiendo de esa manera mejorar la estabilidad económica del agricultor (Lora, 2007).

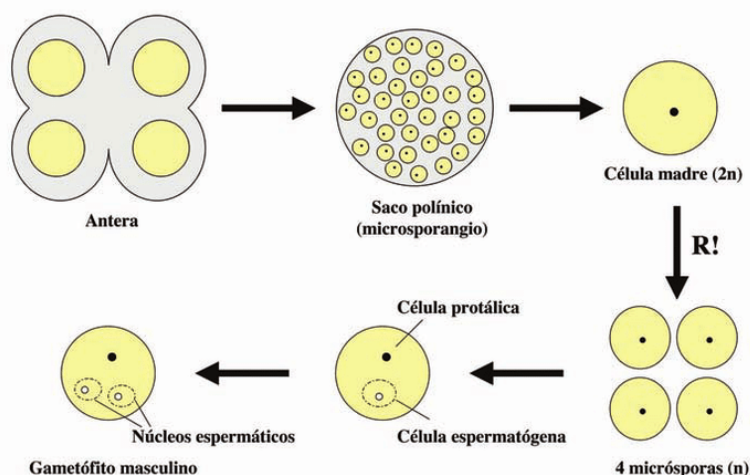
La polinización es un servicio ecosistémico esencial para el bienestar de la humanidad y la conservación de especies, varios cultivos que constituyen una parte importante de nuestra dieta diaria, así como diversas especies silvestres, cumplen una estrecha relación de los polinizadores para la producción de frutos y semilla, sin embargo en la última década, se ha informado que la degradación del medio ambiente ha tenido impactos negativos actividad de los polinizadores debido a la introducción y aparición de especies no nativas, la propagación de enfermedades, la deterioro del hábitat, los pesticidas y la contaminación ambiental (Vásquez *et al.*, 2017).

1.3.7.1 Germinación y viabilidad del grano de polen

La viabilidad del grano de polen es considerada como un limitante para una adecuada germinación. Vanegas (2014) mediante su investigación menciona que la viabilidad del polen se ve influenciada por ciertos factores tales como la temperatura y humedad, teniendo como resultados que a temperaturas entre 20°C y 27 °C su viabilidad fue superior al 50% mientras que en temperaturas inferiores a 15°C y mayores a 30°C esta cualidad se ve reducida.

Figura 1

Proceso de formación de los granos de polen



Fuente: **Vanegas (2014)**

1.3.7.2 Métodos de polinización

Polinización natural: la dicogamia en las flores hace que sean incapaces de autopolinizarse, debido a que los estambres a pesar de liberar polen el estigma ya no los recepta así también el polen del cultivo de chirimoya es grande y pegajoso se acumula con facilidad lo cual es muy difícil su dispersión a través del viento (Guirado *et al.*, 2001).

El porcentaje de cuajado natural de la fruta de una chirimoya es de aproximadamente el 5%, mientras que el de la fruta natural en el país de origen son polinizados por coleópteros, chrysomelidae, nitidulidae curculionidae, hemípteros del género orius y escarabajos, sin embargo existen otras acciones dentro de la polinización natural como es sembrar el cultivo de maíz con el propósito de coincidir sus floraciones teniendo así máximo un 10% de cuajado de forma natural además dependerá notablemente de las condiciones ambientales y los agentes polinizadores (Guirado *et al.*, 2001).

Polinización manual o asistida: La técnica consiste básicamente en la inserción manual flores receptoras en posición femenina, polen visiblemente agregado, considera como una de las técnicas más antiguas, pero con resultados rápidos y efectivos (Apolinaria, 2019). Es recomendable polinizar en el primer ciclo de la floración con los siguientes horarios:

Tabla 6

Eficiencia en el Cuajado según ciclo floral y horario de polinización

Ciclo de la floración	Hora polinización	Efectividad (%)
1er día del ciclo de floración	9:00 am	98
	12:00 am	100
	14:00 pm	73
	16:00 pm	93
	19:00 pm	100
2do día del ciclo de floración	9:00 am	100
	12:00 am	90
	14:00 pm	10
	16:00 pm	3

Fuente: (Apolinaria, 2019)

Pincel: para esta técnica se requiere de un frasco de color negro y un pincel número 8 con cerdas de color negro con el fin de observar con facilidad los granos de polen. Esta técnica consiste en tomar una cantidad considerada de polen con ayuda del pincel y colocarla suavemente en el cono pistilar de la flor (hembra) (Apolinaria, 2019).

Insuflador: este instrumento está conformado por un frasco de plástico que tiene una punta y una bomba de caucho que al presionar desprende una pequeña cantidad de polen en la flor, dicha técnica garantiza una mayor eficiencia en polinizar y en un periodo de tiempo reducido (Apolinaria, 2019).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar tres métodos de polinización artificial en el cultivo de chirimoya (*Annona cherimola*) en el cantón Patate.

1.4.2 Objetivos específicos

- Establecer la eficiencia de tres métodos de polinización artificial.
- Determinar el porcentaje de frutos cuajados en cada método de polinización artificial.

CAPÍTULO II

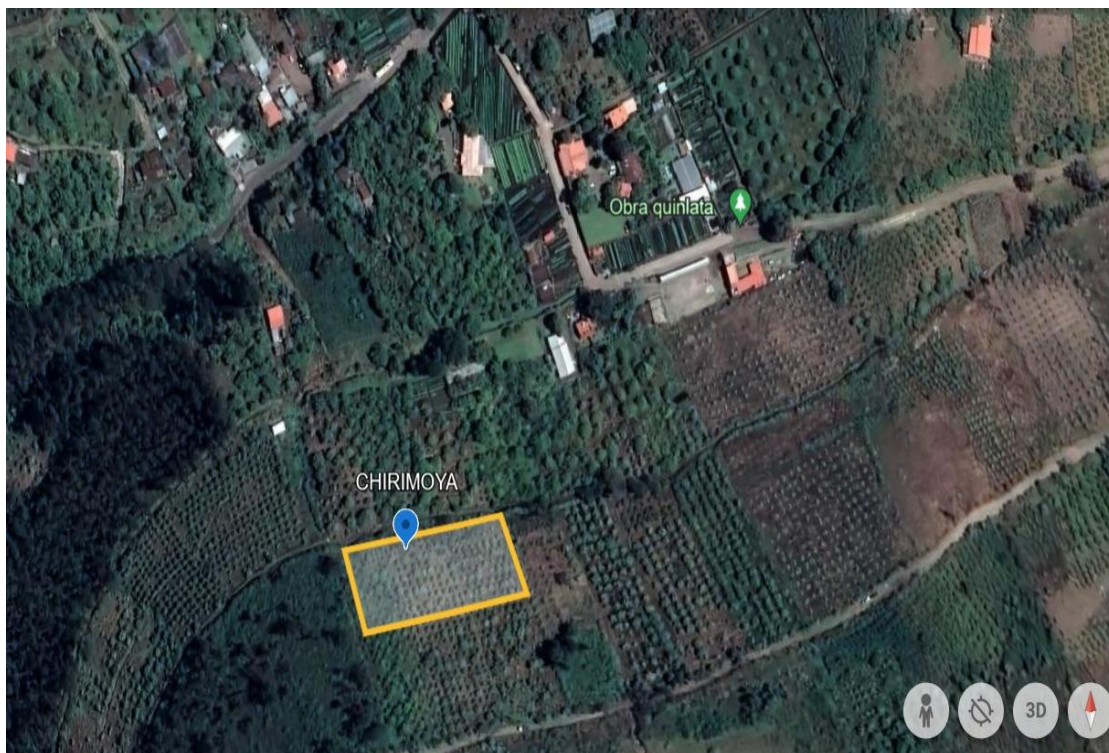
METODOLOGÍA

2.1 Ubicación de ensayo

La siguiente investigación se llevó a cabo en la provincia Tungurahua, cantón Patate; parroquia Patate; barrio Quinlata, en una porción de terreno que se encuentra a una altitud de 2252 msnm, ubicado al norte del cantón Patate, cuyas coordenadas geográficas son 9855098.92 m latitud Sur y 778071.92 m de longitud Este (Google Earth Pro, 2023).

Figura 2

Ubicación del ensayo



Fuente: (Google Earth Pro, 2023).

2.1.1 Características del lugar

2.1.2 Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas del sector son: precipitación media anual de 533 mm, temperatura promedio anual de 16°C, humedad relativa del 50% y el clima se considera como un valle interandino con un microclima semitemplado (INAMHI 2016).

2.2 Equipos y Materiales

2.2.1 Equipos

- Celular
- Computadora
- Calibrador vernier digital
- Balanza digital
- Recolector de polen

2.2.2 Materiales

- Pincel fino
- Insuflador
- Polinizador de mano
- Talco industrial
- Frasco de vidrio
- Cintas de colores
- Cuaderno

2.3 Métodos

2.3.1 Método

La investigación fue experimental, ya que se manejó las variables de manera focalizada, y bibliográfica, ya que se recopiló información para sustentar la investigación.

La investigación también fue cuantitativa, porque se midió el porcentaje de polinización durante un determinado periodo de tiempo con cada tipo de método de polinización artificial.

2.4 Factores de estudio

- Pincel
- Insuflador
- Polinizador de mano

2.4.1 Testigo

Se agregó un testigo que fue únicamente de polinización natural.

2.5 Tratamientos

Tabla 7

Tratamientos para la polinización de chirimoya

Tratamientos	Simbología	Descripción
1	T1	Polinización con pincel
2	T2	Polinización con insuflador
3	T3	Polinizador de mano
4	T4	Testigo con polinización natural

2.5.1 Diseño experimental

Se implementó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones (3x3+1). Además, se realizó un análisis de variancia (ADEVA) y posteriormente los datos se examinó mediante pruebas de Tukey al 5 % de los tratamientos que presentaron significación estadística.

2.5.2 Características del ensayo

Tabla 8

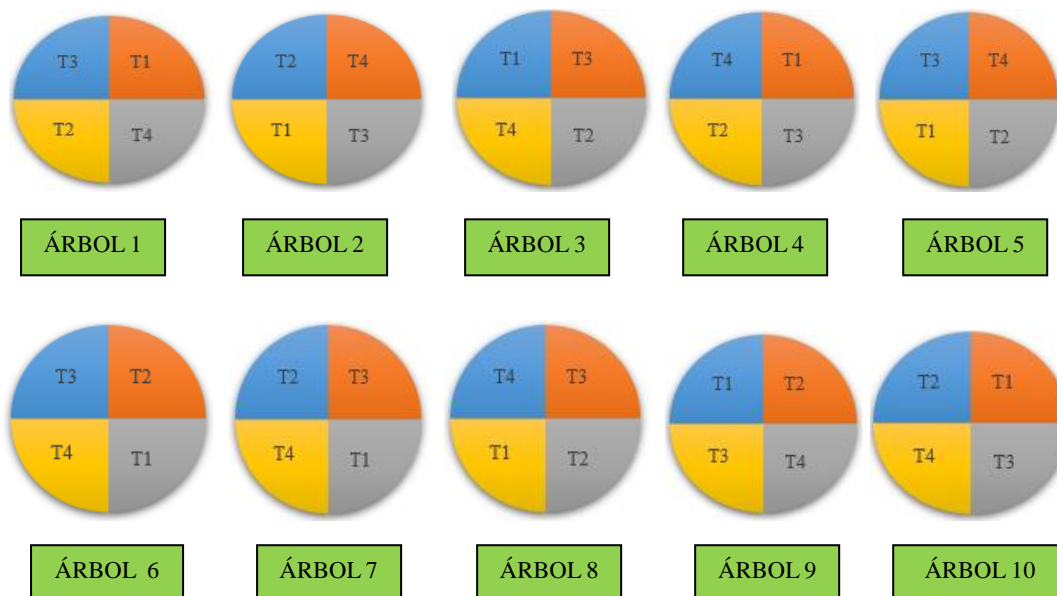
Características del ensayo en el cultivo de chirimoya

Número total de plantas	10
Número de plantas por tratamiento:	3
Repeticiones:	3
Tratamientos	4
Testigo	1

2.5.3 Esquema del ensayo en campo

Figura 3

Esquema del ensayo en campo



2.6 MANEJO DEL ENSAYO

2.6.1 Polinización artificial

El trabajo de investigación se realizó en un cultivo de chirimoya de 6 años y se encuentra a una densidad de plantación de cuatro por cuatro metros.

a) Extracción de polen.

Se identificó las flores que presentaron estambres maduros de color marrón claro (estado masculino). Posteriormente se extrajo el polen entre las 15:00 a 18:00 pm con la ayuda de un recolector de polen y un frasco de vidrio.

b) Preparación de polen

Con la ayuda de una balanza digital se pesó 1g de polen y 1g de talco industrial, seguidamente se dejó a una temperatura de 21 °C.

c) Polinización asistida

Realizada esta labor de 8:00 a 11:00 am con los tres métodos de polinización artificial (pincel, insuflador, polinizador de mano). En los árboles utilizados en este ensayo que presentaron el cono estigmático receptivo, cuidadosamente se abrieron los pétalos y se froto ligeramente el polen sobre el estigma con cada tratamiento a excepción del insuflador.

2.7 VARIABLES RESPUESTA

- **Porcentaje de fecundación**

Para calcular el porcentaje de fecundación, que se ha sometido al proceso de polinización artificial se utilizó la siguiente fórmula (**Baquerizo, 2023**).

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

- **Días de aparición de los primeros frutos**

Una vez realizada la polinización artificial se dio seguimiento a las flores polinizadas el cual los frutos cuajados aparecieron en un rango de 20 a 40 días, considerando que esto varía según las condiciones climáticas.

- **Numero de frutos cuajados**

En esta variable se contabilizo el número de frutos cuajados de las flores polinizadas en cada rama de cada tratamiento.

- **Tamaño de frutos cuajados**

En esta variable se midió los frutos cuajados de cada rama de cada tratamiento con la ayuda de un calibrador vernier digital tomando en cuenta el diámetro polar y el diámetro ecuatorial en mm.

2.8 HIPOTESIS

2.8.1 Alterna

- Al menos un método de polinización artificial incremente el cuajado de frutos en el cultivo de chirimoya en el cantón Patate.

2.8.2 Nula

- Ningún método de polinización artificial incrementara el cuajado de frutos en el cultivo de chirimoya en el cantón Patate.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

Porcentaje de Fecundación

En la **tabla 9** se presenta la prueba de tukey al 5% para el porcentaje de fecundación donde presenta como mejor resultado el T2 con la utilización del insuflador teniendo una media de 94,29 %, seguido del T1 (pincel) y T3 (polinizador de mano) con una media de 80,99 y 55,96% respectivamente a comparación del testigo que obtuvo el menor porcentaje de fecundación, presentando diferencias significativas entre los tratamientos. Posiblemente el T2 (insuflador) fue el mejor debido a que al momento de polinizar la flor, no tiene contacto directo con el cono estigmático de la flor de chirimoya, mientras que el T1 (pincel) y T3 (polinizador de mano) tienen contacto directo con el cono estigmático por ende alguno de estos tratamientos puede lastimar el cono estigmático haciendo así que su porcentaje de fecundación disminuya.

Tabla 9

Distribución de medias para porcentaje de fecundación

Tratamientos	Medias		EE
T2	94,29	A	2,75
T1	80,99	A	2,75
T3	55,96	B	2,75
T4	39,02	C	2,75

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 4

Frutos fecundados de Chirimoya (Annona cherimola)



Rodríguez (2022) mediante su investigación demostró que la conservación del polen durante 24 y 48 horas no se ve afectado en cuanto la viabilidad del polen para la fecundación por lo que en el cultivo de Guanábana se realizó una polinización asistida en la que presento una media de 3,68 flores fecundadas que representa 80% la cual influye en la fisiología floral del cultivo, a comparación de los demás tratamientos analizados como fue en el caso de la polinización mecánica que obtuvo un porcentaje de flores fecundadas del 33% obteniendo diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, por lo que los resultados obtenidos en nuestra investigación concuerdan con lo mencionado por el autor.

Días de aparición de los primeros frutos.

En la **tabla 10** se observa la prueba de tukey al 5% para la variable de estudio de los días de aparición de los frutos, obteniendo como resultados que el T2 (insuflador) presentó una media de 27 días siendo el mejor resultado, seguido del T1 y T3 (pincel y polinizador de mano), cuyas medias fueron de 28 y 30 días respectivamente, mientras que el T4 tuvo una media de 38 días siendo el tratamiento menos efectivo en cuanto a los días de aparición del fruto. Manifiesto que el T2 (insuflador) fue más rápido en aparecer el fruto debido a que al momento de espolvorearlo los granos de polen llegan a cubrir en su totalidad el cono estigmático y sin estar en contacto directo con los estigmas, sin embargo, el T1 (pincel) y T3 (polinizador de mano) requieren más tiempo debido a las condiciones ambientales al momento de polinizar ya que, se pueden caer los granos de polen antes de llegar al cono estigmático, se debe considerar la época de polinización.

Tabla 10

Distribución de medias para días a la aparición del fruto

Tratamientos	Medias		EE
T2	27	A	0,35
T1	28	B	0,35
T3	30,33	C	0,35
T4	38,33	C	0,35

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 5

Aparición de los primeros frutos de Chirimoya (Annona cherimola)



Para Apolonio *et al.*, (2015) en su investigación junto a sus colaboradores mencionaron que dos de sus tres variedades estudiadas mediante la aplicación de la polinización manual mediante la técnica de pincel se obtuvieron resultados alentadores para el caso de la variable días de aparición de los primeros frutos el cual fue monitoreado visualmente a los 15 y 30 días de haber realizado la polinización obteniendo los primeros frutos a los 24 días de haber aplicado dicha técnica, a diferencia de nuestros resultados que se obtuvo mejor eficiencia bajo la técnica del insuflador.

Número de frutos cuajados

En la **tabla 11** se observa la distribución de medias para la variable número de frutos cuajados mediante la prueba de tukey al 5%, después de la aplicación de los tratamientos, se determinó que el T2 mediante la técnica a base del insuflador obtuvo una media de 2,77 frutos siendo el mejor tratamiento, seguido del T1 (pincel) y T3 (polinizador de mano) cuyas medias registradas fueron 2,13 y 1,63 frutos cuajados respectivamente a diferencia del T4 (testigo) que mostro menor efectividad con una

media de 1,17 frutos cuajados. Manifiesto que el T2 (insuflador) fue el mejor ya que al momento de polinizar los granos de polen no se caen haciendo así que tanto en su fecundación, como en cuajado sea más efectivo a diferencia del T1 (pincel) y T3 (polinizador de mano), ya que dichos tratamientos presentaron baja fecundación y frutos cuajados.

Tabla 11

Distribución de medias para el número de frutos

Tratamientos	Medias		EE
T2	2,77	A	0,11
T1	2,13	B	0,11
T3	1,63	B	0,11
T4	1,17	C	0,11

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 6

*Frutos cuajados de Chirimoya (*Annona cherimola*)*



Según Apolinario (2019) indica que el porcentaje de cuajado del cultivo de chirimoya es muy alto en el primer día de floración, debido a que se tiene un ambiente seco y cálido, entre las 14: 00 pm el porcentaje de cuajado desciende significativamente presentando en sus resultados un 88% de frutos cuajados. Por lo que concuerdan con nuestros estudios realizados. De acuerdo con Rosell *et al.*, 2006, mencionan que mediante el método o la técnica del pincel se pueden obtener un cuajado de frutos de 2.6 % a 3.9 % siendo muy efectivo.

Tamaño de Frutos cuajados

En la **tabla 12** se observa la distribución de medias para la variable tamaño de frutos cuajados mediante la prueba de tukey al 5%, de acuerdo al análisis realizado para la variable tamaño de frutos cuajados se evidencia que el mejor resultado fue el T3 (polinizador de mano) con una media de 23,76 mm diámetro polar y 24,24 diámetro ecuatorial , seguidamente del T1 (pincel) y T2 (insuflador) cuyas medias fueron de 21,59 mm y 20,26 mm para el diámetro polar , en cuanto al diámetro ecuatorial los tratamientos no mostraron gran diferencia significativa, a comparación del testigo que presento el menor tamaño del fruto con un diámetro polar de 15,32 mm y un diámetro ecuatorial de 16,76 mm. Con el presente trabajo se puede inferir que el desarrollo del fruto depende netamente de la fertilización más no de la polinización artificial.

Tabla 12

Distribución de medias para el tamaño del fruto (diámetro polar y ecuatorial)

Diámetro Polar			
Tratamientos	Medias		EE
T3	23,76	A	1,33
T1	21,59	AB	1,33
T2	20,26	AB	1,33
T4	15,32	B	1,33

Diámetro Ecuatorial			
Tratamientos	Medias		EE
T3	24,24	A	1,54
T1	22,48	A	1,54
T2	21,31	A	1,54
T4	16,76	B	1,54

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 7

*Medición de los frutos de chirimoya (*Annona cherimola*) a) Diámetro Ecuatorial y b) Diámetro Polar*



Con respecto al tamaño del fruto que se menciona mediante la investigación realizada en el cultivo de chirimoya la evaluación de los tratamientos a los (30,60, 90 y 120) días determinando así diferencias significativas entre ellos obteniendo un promedio en cuanto al diámetro polar de 0,29 cm y para diámetro ecuatorial de 0,91 cm respectivamente a los 30 días de haber aplicado la técnica de polinización asistida sin embargo estos resultados están influenciados por la densidad de plantación del cultivo en estudio por lo que concuerdan con nuestros resultados en los que no se

muestran gran diferencia significativa entre los tratamientos a diferencia del testigo que obtuvo menor tamaño en los frutos (Feicán *et al.* , 2019).

3.2 Verificación de hipótesis

Mediante la investigación realizada se acepta la hipótesis alterna la cual menciona que al menos un método de polinización artificial incrementará el cuajado de frutos en el cultivo de chirimoya en el cantón Patate rechazando así la hipótesis nula.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Luego de haber realizado la investigación utilizando los diferentes métodos de polinización se observó que el método más eficiente fue el insuflador ya que supero al método pincel y al método polinizador de mano en porcentaje de cuajado de frutos ya que el T2 obtuvo el 94,29% mientras que el polinizador de mano fue de 55,96% y en días de aparición del T2 fue a los 27 días y el T3 de 30 días.
- Se determino el porcentaje de frutos cuajados en cada método de polinización artificial, llegando a concluir que el método de insuflador supera a los otros métodos dado a que posee un porcentaje de 94.29% de frutos cuajados seguido del método pincel con un 80.99%, el método polinizador de mano con 55,96% mientras que el testigo presenta un 39,02%, por tal razón se puede presumir que si existe influencia por cada tratamiento aplicado en el cultivo de chirimoya.

4.2 Recomendaciones

- La polinización artificial se debe realizar en horas de la mañana debido a que si se hace en horas de la tarde la parte receptiva de la flor que es el estigma ya no esta receptivo.
- Se recomienda realizar la polinización artificial para obtener una producción significativa, ya que el cultivo no es económicamente viable con la polinización natural.

CAPÍTULO V

MATERIALES DE REFERENCIA

5.2 Referencias bibliográficas

- Apolonio, I; Castañeda, A; Franco, O; Morales, E & González, A. (2015). Influencia de la Fuente de Polen y su Efectividad en la Calidad de Frutos de Chirimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Agronomía Costarricense*, 39(1), 61-69. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242015000100005&lng=en&tlng=es.
- Apolinaria, J. (2019). Dos métodos de polinización manual durante el ciclo de apertura floral en chirimoya. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4093/apolinario-ventocilla-jorge-joaquin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Bautista, C. (2018). Polinización manual de la chirimoya. <https://www.plataformatierra.es/innovacion/polinizacion-manual-de-la-chirimoya/>.
- Baquerizo, T. (2023). Comportamiento productivo de la polinización artificial en el cultivo de guanabana (*Annona muricata*) en Río Verde, Santa Elena. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9742/1/UPSE-TIA-2023-0005.pdf>.
- Feicán, C., Vanegas, I., Encalada, C., Brito, B., Moreira, R., & Viera, W. (2019). Efecto de la densidad de plantación en la calidad del fruto de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Tropical and Subtropical Agrosystems*, 22(3), 795-801.
- Encala, 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”.
<http://dSPACE.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21063/1/tesis.pdf>.
- Flores, D. (2013). Cultivo de chirimoya. Manual práctico para productores.
<https://cdn.portalfruticola.com/2017/07/Chirimoya.pdf>.
- Jaimes, E., Ruiz, Y. 2012. Biología floral de ecotipos de chirimoya (*Annona cherimola* m.) del instituto de investigación frutícola oleícola.
<https://www.redalyc.org/pdf/5860/586061882014.pdf>.
- García, B. (2018). Innovación tecnológica para la polinización artificial de la chirimoya en el municipio de Mizque. Universidad Mayor de San Simón escuela universitaria de posgrado facultad de desarrollo rural y territorial unidad de posgrado. Cochabamba-Bolivia.Pp.33
- García, W., Guzmán, B., Lino, V., Rojas, J., Hermoso, J., Guirado, E., Gonzáles, J., Scheldeman, X., Hormaza. (2010). Manual de manejo integrado del cultivo de chirimoyo.
<https://www.proinpa.org/web/pdf/Frutales/Varios%20Frutales/Manual%20de%20manejo%20integrado%20del%20cultivo%20de%20Chirimoyo.pdf>.
- Gayoso, G & Chang, L. (2017). *Annona cherimola* Mill. “chirimoya” (Annonaceae), una fruta utilizada como alimento en el Perú prehispánico.
<http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v24n2/a13v24n2.pdf>.
- Gil, A & Aranda, G. (2019). Guía de gestión de plagas y enfermedades en chirimoyo. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/guiachirimoyo_web_tcm30-525600.pdf.
- González, R. (2022). Flor de chirimoya» Huerto en casa. Huerto En Casa.
https://huerto-en-casa.com/flor-de-chirimoya/#google_viñeta.
- Guirado, E; Hermoso, J; Pérez de Oteyza, M; García-Tapia Bello, J; Farré, J. 2001. Polinización del Chirimoyo. Andalucía, España, Imprenta Novograf. 48 p. (Serie Fruticultura)

- Huaranga, D. (2022). Efecto de tres técnicas de polinización sobre el rendimiento de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de 4 años. Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria, 6(17), 300-309.
- INIAP. (2014). Chirimoya. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mfruti/rchirimoya>.
- INIAP. (2008). Zonas cultivas en el Ecuador (*Annona cherimola*). http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mfruti/rchirimoya_kndpdf.
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2016. Boletín Climatológico Semestral 2016 (en línea). Quito, Ecuador, INAMHI. 21 p. http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_sem.pdf
- Lora, (2007). Germinación de polen de chirimoyo. Implicaciones para la optimización de la polinización manual, Congreso SECH. Albacete. Pp. 23-45.
- Parés, J; Sánchez, J & Arizaleta, M. (2014). Efecto de la polinización artificial sobre la fructificación y la calidad de fruto del maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). Bioagro, 26(3), Pp. 165-170.
- Porras, D; Briceño, W & 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.
- Rendón, J, Ocampo, J & Urrea, R. (2013). Estudio sobre polinización y biología floral en *Passiflora edulis* f. *edulis* Sims, como base para el premejoramiento genético. Acta Agronómica, 62(3), 232-241. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169929773007>
- Rosell, P; Galán, V; Herrero, M. 2006. La germinación del polen como afectado por la edad polen en chirimoya. ScienceDirect (Scientia Horticulturae) 109(1): 97-100
- Rodríguez Loor, M. E. (2022). Polinización manual de la guanábana *Annona muricata* en la parroquia Juan Gómez Rendón Progreso provincia de Guayas

(Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2022).

SIAP (Servicio de información agroalimentaria y pescadora), (2019). Chirimoya. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/726655/Chirimoya_web.pdf

Vanegas, R. (2014). Evaluación de cuatro niveles de polinización manual, en tres densidades de plantación en chirimoya (*Annona cherimola* Mill), de cuatro años de edad, cantón Gualaceo, provincia del Azuay Ecuador

Vásquez, C; Viteri, D; & León, J. (2007). El chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.): Tecnologías para mejorar la productividad y la calidad de la fruta. Quito, Ecuador: INIAP, Granja Experimental Tumbaco, Programa de Fruticultura. Pp.35.

Vásquez, W., Viteri, P., Racines, M., Martínez, A., Viera, M. (2022). Como mejorar la producción y calidad de chirimoya (*Annona Cherimola* Mill). *revista internacional sobre ciencia avanzada, ingeniería y tecnología de la información*, 12 (6), pp. 2507-2512. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85144984219&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Chirimoya&sid=edf9a306fc698341a987e29db42c96a5&sot=b&sdt=b&sl=24&s=TITLE-ABS-KEY%28Chirimoya%29&relpos=2&citeCnt=0&searchTerm=>

Vera, J; Cabrera, R; Morán, J; Neira, K; Haz, R; Vera, J; Molina, H; Moncayo, O; Díaz, E, & Cabrera, C. (2016). Evaluación de tres métodos de polinización artificial en clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51. *Idesia (Arica)*, 34(6), 35-40. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292016005000033>

Villamarín, D. (2020). Estudio taxonómico de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) En la isla Puná, provincia del guayas. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VILLAMARIN%20PLUAS%20DALTON%20ALEXANDER.pdf>.

5.2 Anexos

Anexo 1

Observación de flores con estambre maduros (estado masculino)



Anexo 2*Extracción de polen*

Anexo 3

Peso de polen y talco industrial (misma cantidad)



Anexo 4*Mezcla de polen y talco industrial*

Anexo 5*Polinización artificial tres métodos*

Anexo 6

Medición de diámetro polar y ecuatorial



Anexo 7*Datos tomados del ensayo*

Tratamiento	Repetición	Nº flores aptas para ser fecundadas	Promedio flores polinizadas	Tamaño de la flor	Días de aparición	Nº frutos cuajado	% frutos cuajados	Diámetro polar	Diámetro ecuatorial
1	1	27	2,7	39,30	29	2,3	85,19	23,17	24,44
1	2	27	2,7	38,24	27	2,1	77,78	21,48	22,03
1	3	25	2,5	38,34	28	2,0	80,00	20,128	20,98
2	1	30	3,0	38,37	27	2,8	93,33	20,52	22,12
2	2	28	2,8	39,29	26	2,6	92,86	18,83	19,85
2	3	30	3,0	38,68	28	2,9	96,67	21,43	21,95
3	1	33	3,3	38,02	31	1,6	47,14	23,86	22,78
3	2	25	2,5	38,88	30	1,4	57,78	22,08	23,44
3	3	30	3,0	40,15	30	1,9	62,96	25,35	26,51
4	1	3	3	39,68	39	1,00	36,84	16,01	17,63
4	2	5	3	40,321	38	1,25	36,46	10,24	11,25
4	3	5	3	39,57	38	1,25	43,75	19,71	21,40

Anexo 8

Tabla de análisis de varianza ADEVA: Porcentaje de fecundación

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% frutos cuajados	12	0,98	0,96	7,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5597,21	5	1119,44	49,38	0,0001
Tratamiento	5531,88	3	1843,96	81,34	<0,0001
Repetición	65,32	2	32,66	1,44	0,3083
Error	136,01	6	22,67		
Total	5733,22	11			

Anexo 9

Tabla de análisis de varianza ADEVA: Días de aparición de los frutos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Días de aparición	12	0,99	0,98	1,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	240,75	5	48,15	133,34	<0,0001
Tratamiento	237,58	3	79,19	219,31	<0,0001
Repetición	3,17	2	1,58	4,38	0,0670
Error	2,17	6	0,36		
Total	242,92	11			

Anexo 10

Tabla de análisis de varianza ADEVA: Número de frutos

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Nº frutos cuajado	12	0,96	0,92	9,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	4,30	5	0,86	25,73	0,0006
Tratamiento	4,24	3	1,41	42,27	0,0002
Repeticion	0,06	2	0,03	0,92	0,4493
Error	0,20	6	0,03		
<u>Total</u>	<u>4,50</u>	<u>11</u>			

Anexo 11

Tabla de análisis de varianza ADEVA: Tamaño de fruto diámetro polar y ecuatorial

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Diametro polar	12	0,82	0,66	11,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	142,39	5	28,48	5,34	0,0325
Tratamiento	115,35	3	38,45	7,21	0,0205
Repeticion	27,04	2	13,52	2,53	0,1592
Error	32,00	6	5,33		
<u>Total</u>	<u>174,39</u>	<u>11</u>			

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diametro ecuatorial	12	0,74	0,52	12,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	119,13	5	23,83	3,34	0,0872
Tratamiento	91,90	3	30,63	4,29	0,0613
Repeticion	27,23	2	13,62	1,91	0,2285
Error	42,83	6	7,14		
Total	161,96	11			

Anexo 12

Flor con cuatro pétalos



Anexo 13

Flor con cinco pétalos



Anexo 14

Flor con seis pétalos

