

**Incremento del cuajado de frutos en
chirimoya (*Annona cherimola* Mill) con
polinización manual en la mañana y tarde**

Cielo Yaniré Vilatuña Umatambo

ZAMORANO
Departamento de Horticultura

Diciembre, 1998

Incremento del cuajado de frutos en chirimoya (*Annona cherimola* Mill) con polinización manual en la mañana y tarde

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

presentado por

Cielo Yaniré Vilatuña Umatambo

Zamorano – Honduras

Diciembre, 1998

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Cielo Yaniré Vilatuña Umatambo

Zamorano – Honduras
Diciembre, 1998

**Incremento del cuajado de frutos en chirimoya
(*Annona cherimola* Mill) con polinización manual
en la mañana y tarde**

presentado por

Cielo Yaniré Vilatuña Umatambo

Aprobada:

Odilo Duarte, Ph. D.
Asesor Principal

Alfredo Montes, Ph. D.
Jefe de Departamento

Marco Rojas, M. Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Mauricio Huete, Ing. Agr.
Asesor

Keith Andrews, Ph. D.
Director

Odilo Duarte, Ph. D.
Coordinador PIA

DEDICATORIA

A Dios mi creador, por haberme dado la vida y una familia que en todo momento me ha brindado su apoyo.

A mi madre, Carmen Umatambo, por su comprensión, amor, sacrificio y estímulos diarios de superación.

A mi padre, Manuel Vilatuña, por su apoyo incondicional, su cariño y confianza en mi.

A mis hermanos, Nelson y Alexandra, por su cariño y apoyo a pesar de la distancia.

AGRADECIMIENTOS

A Dios Creador y Dueño de todo mi triunfo gracias por permitirme alcanzar esta meta. Al Niño Jesús y la Santísima Virgen gracias por guiarme por el camino correcto.

A mis padres que en todo momento, a pesar de la distancia, confiaron en mí, y que con entero amor y sacrificio me dieron lo mejor, mi educación, convirtiéndome hoy en una profesional al servicio de mi familia y mi país.

A mis hermanos un inmenso agradecimiento por su apoyo, amor, comprensión y confianza, ya que sin ustedes no hubiese alcanzado tan preciada meta.

A mi consejo académico Dr. Odilo Duarte, Ing. Marco Rojas, Ing. Mauricio Huete por su apoyo en la realización de mi proyecto especial y por los conocimientos transmitidos a lo largo de mis estudios.

A todo el personal del Departamento de Horticultura, gracias por su ayuda incondicional durante mi cuarto año.

A mis familiares y amigos, en Ecuador, por su apoyo tanto para mis padres como para mí, en la distancia.

A mis mejores amigos en la E.A.P. Karen Jirón, Rodolfo Pacheco, Lorena Garay, Luis Arriaza, por todos los momentos de tristeza y alegría que compartimos.

RESUMEN

Vilatuña, Cielo 1998. Incremento del cuajado de frutos en chirimoya (*Annona cherimola* Mill) con polinización manual en la mañana y tarde. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 25p.

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill) presenta problemas de dicogamia de tipo protoginea; una susceptibilidad del mecanismo reproductivo a condiciones climáticas adversas de altas temperatura y humedad relativa baja; además tiene una escasez de insectos polinizadores eficientes, por ello sus rendimientos son bajos, lo que hace necesario recurrir al uso de polinización manual. Este estudio tuvo el objeto de mejorar el cuajado de frutos y determinar el mejor momento para realizar la polinización manual. Se incluyó tratamientos en la mañana (6:00 a 8:00 a.m.) y en la tarde (4:00 a 6:00 p.m.), donde se evaluaron aplicaciones de polen de la variedad Bronceada a la variedad Cumbe, comparándose la aplicación directa de polen sacado de flores en fase masculina, por la mañana, con la aplicación de polen recolectado de flores cosechadas el día anterior en fase femenina y aplicado en la mañana o en la tarde. La aplicación por la tarde de polen recolectado de flores cosechadas el día anterior en fase femenina fue estadísticamente superior a aplicar ese mismo polen por la mañana y sólo numéricamente mejor a usar polen obtenido en el campo y aplicado directamente en la mañana, con porcentajes de cuajado de 29.2, 22.1 y 27.1% respectivamente. Todos los tratamientos superaron estadísticamente al testigo, que tuvo un 10.6% de cuajado. El porcentaje de frutos simétricos presentó una tendencia similar a la del cuajado, donde el tratamiento con polen recolectado de flores cosechadas el día anterior, aplicado en la tarde, dio un mayor porcentaje de frutos simétricos y moderadamente simétricos, 21.6 y 40.5% respectivamente y sólo un 37.8% de frutos asimétricos, mientras que el tratamiento con polen fresco presentó 48.5% de frutos asimétricos y los tratamientos de polen recolectado de flores cosechadas el día anterior aplicado por la mañana y el testigo dieron 63.6 y 71.4% de frutos asimétricos respectivamente.

Palabras claves: dicogamia, protoginea, simetría de frutos.

NOTA DE PRENSA

POLINIZACIÓN MANUAL POR LAS TARDES AUMENTA LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS EN CHIRIMOYA

La mayoría de las anonas, entre ellos la chirimoya se caracterizan porque la parte femenina y la parte masculina de sus flores no maduran al mismo tiempo, esto se traduce en una baja producción de frutos, además, los pocos frutos formados son pequeños, de poco peso y deformes. Se ha demostrado que en polinización de las flores manualmente por la mañana o por la tarde pueden dar buenos resultados, incrementando el número, tamaño y simetría de los frutos.

El estudio se llevó a cabo en el valle del Zamorano, en la plantación ya establecida de chirimoya de la Escuela Agrícola Panamericana. Se probaron polinizaciones durante la mañana (6:00 a 8:00 a.m.) y polinizaciones por la tarde (4:00 a 6:00 p.m.), utilizando polen colectado directamente en el momento y también polen colectado el día anterior y manteniéndolo en un recipiente protegido con un pañuelo húmedo. El polen se aplicó con un pincel delgado.

Los mejores resultados se obtuvieron con las polinizaciones realizadas por la tarde, utilizando polen colectado el día anterior, lo que demuestra que las humedades relativas altas y temperaturas frescas de la tarde y de la noche favorecen la formación o cuajado de frutos, además permite un mejor desarrollo y simetría de los mismos.

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría	ii
Página de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Resumen	vi
Nota de Prensa	vii
Contenido	viii
Indice de Cuadros	
ix	
Indice de Figuras	
x	
Indice de Anexos	
xi	
1 INTRODUCCIÓN	
1	
2 REVISIÓN DE LITERATURA	
3	
2.1 Origen y clasificación del chirimoyo	
3	
2.2 Características botánicas	
3	
2.3 Biología floral	
4	
2.4 Problemas de cuajado y mal formación de frutos	
5	
2.4.1 Condiciones climáticas	
6	
2.4.2 Condiciones de la planta	
6	
2.5 Polinización artificial, manual o dirigida en chirimoyo	
7	
2.6 Sistemas de polinización artificial	
8	

3	MATERIALES Y MÉTODOS
10	
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN
13	
5	CONCLUSIONES
17	
6	RECOMENDACIONES
18	
7	BIBLIOGRAFÍA
19	
8	ANEXOS
21	

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Efecto de la hora de aplicación y forma de obtener el polen, en el cuajado de frutos de chirimoya “Cumbe” con polen de “Bronceada”
14
2. Porcentaje de simetría en frutos de chirimoya “Cumbe” polinizada con polen de “Bronceada” 16

INDICE DE FIGURAS

Figura

1. Precipitación (mm) de enero a octubre de 1998
11
2. Temperaturas máxima, mínima y promedio de los meses de enero a
octubre de 1998
11

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Fruto mal cuajado y simétrico de chirimoyo
2. Estado femenino de la flor de chirimoyo
3. Estado masculino de la flor de chirimoyo
4. Polinización manual, aplicación de polen
5. Atomizador
6. Análisis de varianza (ANDEVA)

1. INTRODUCCIÓN

La existencia de chirimoyos en muchos países de Centro y Sudamérica, ha hecho algo difícil fijar con exactitud el lugar de origen de la especie, pero se cree que es nativa de los valles interandinos de Ecuador, Colombia y Perú; sin embargo, es poco conocida a nivel de Centroamérica.

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill) es considerada como una de las mejores frutas y es la anonacea de mayor importancia comercial. En muchos países se consume la pulpa directamente como postre o en diferentes formas como batidos, helados, refrescos, jugos y yogur. El mercado para la chirimoya es principalmente local, la fruta fresca a pesar de lo agradable de su sabor, ve restringido su comercio internacional por su susceptibilidad de daño durante el transporte y almacenaje una vez que la fruta se ablanda, lo que ocurre 7 –8 días después de cosecha. Además para un mercado de exportación se necesita calidad y volumen de producción, que no se logra obtener por el problema de bajos rendimientos que presenta esta especie; sin embargo, se reporta que Chile exporta a Argentina, Estados Unidos y Europa ciertas cantidades de esta fruta. El problema de bajos rendimientos se debe a que las flores del chirimoyo poseen una dicogamia de tipo protoginea, es decir, que los pistilos son los primeros en estar maduros, aptos para recibir el polen y ser fecundados, mientras que los estambres se encuentran todavía inmaduros, a esto se une la poca eficiencia de agentes polinizadores de tipo entomófilo, dándose pocos frutos, pequeños y asimétricos.

El fruto del chirimoyo es un sincarpio procedente de una sola flor. Está formado por la fusión de muchos carpelos simples con el receptáculo constituyendo una masa sólida. El número de carpelos fecundados en una flor determina el tamaño y forma del fruto, por lo que es muy importante al momento de aplicar el polen en flores receptivas, este sea bien distribuido. Dados los bajos rendimientos y al problema de dicogamia que presenta el chirimoyo, se han desarrollado desde 1910 ensayos de polinización manual, los cuales se han ido perfeccionando. A pesar de conocer esta técnica ya desde inicios de siglo, no fue hasta los años 70's a los 80's en que se empezó a dar un uso más comercial, observándose que los factores genéticos, como origen del polen, etapa de floración y factores ambientales, como temperatura, humedad relativa y viento, juegan un importante papel en el cuajado de frutos.

El objetivo principal de este estudio fue mejorar el cuajado de frutos por medio del uso de polinización manual y al mismo tiempo lograr frutos de mayor peso y uniformidad, comparando diferentes horas del día.

El objetivo específico fue determinar la hora más eficiente para la práctica de polinización artificial, esto incluyó tratamientos en la mañana y en la tarde, usando polen de la variedad Bronceada en flores de la variedad Cumbe, que aparentemente produce mejor resultado que el propio polen de Cumbe.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 ORIGEN Y CLASIFICACIÓN DEL CHIRIMOYO

Gardiazabal y Rosenberg (1993) mencionan que el centro de origen del chirimoyo es América, sin embargo no se conoce con exactitud su punto de origen, se cree que es originario exclusivamente de América Central, habiendo sido llevado desde Guatemala a Sudamérica, pero se ha encontrado utensilios de arcilla que poseen forma de chirimoya en tumbas precolombinas en Perú, lo que hace pensar que el chirimoyo es originario de los valles andinos de Ecuador, Colombia y Perú, a pesar de esto su cultivo tradicionalmente se encuentra desde Chile hasta California.

National Research Council (1989), clasifica al chirimoyo de la siguiente forma:

Orden: Ranales

Suborden: Magnolína

Familia: Anonácea

Género: *Annona*

Nombre científico: *Annona cherimola* Mill

Nombres comunes: Quechua: Chirimoya o Chirimuya

Aymar: Yuructira

Inglés: Cherimoya

Español: Chirimoya

Francés: Cherimolia

2.2 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Muñoz (1965) citado por Gardiazabal y Rosenberg (1993) lo describe como un pequeño árbol de 5 – 8 metros de altura. Su sistema radicular es muy superficial y ramificado, pudiendo originar dos o tres planos de raíces a diferentes niveles, pero poco profundos. En cuanto a la parte aérea presenta un tallo cilíndrico con corteza gruesa, grisáceo verdosa. Las hojas tienen una longitud de 10 – 25 centímetros, son simples enteras y lisas, persistentemente aterciopeladas. Su disposición sobre el tallo es alterna y opuesta, el peciolo de la hoja es hueco en la zona de inserción con el tallo, ocultando y protegiendo a las yemas que darán origen a la próxima brotación, de manera que estas últimas no son visibles si no caen o se sacan las hojas que las cubren. Las yemas son compuestas, es decir, cada una de ellas posee varios puntos de crecimiento que originan brotes que pueden o no ser mixtos.

Ibar (1979) menciona que el chirimoyo requiere de terrenos francos, areno – arcillosos, profundos, frescos, blandos, ligeros, poco húmedos, algo ácidos con un pH entre 6.5 y 7, ricos en materia orgánica, pero no soporta los alcalinos o con mucha cal. Necesita además suelos con buen drenaje que evite los encharcamientos, la planta resiste temperaturas de hasta -5°C , una altitud de 1500 metros sobre el nivel del mar. En términos generales la zona de cultivo puede extenderse hasta los 30° de latitud, tomando en cuenta las condiciones climatológicas locales. Necesita de una estación seca y cálida de unos cinco meses, en la que se debe administrar riegos adecuados y el resto del año un ambiente fresco y poco húmedo, con una temperatura media diurna de alrededor de los 15°C . Los períodos largos con temperaturas de -5°C pueden ser perjudiciales, sin embargo resiste heladas más que el naranjo, lo que explica que al chirimoyo se le considere un árbol semicaducifolio.

2.3 BIOLOGIA FLORAL

Ibar (1979) describe a las flores del chirimoyo como flores de pequeño tamaño, poco vistosas, aromáticas, colgantes y hermafroditas que poseen un pedúnculo un poco más corto que la flor. Las flores aparecen solitarias o en grupos de dos a tres, opuestas a las hojas, en las ramillas jóvenes o en las axilas formadas por las hojas caídas en las ramas viejas, el perianto se compone de tres sépalos triangulares de unos cinco milímetros de largo y de dos series de pétalos insertos en un receptáculo ancho y carnoso, los pétalos externos son largos de 2.5 centímetros de longitud, linear – oblongos y carnosos, triangulares en corte transversal, los internos se encuentran atrofiados.

Los estambres y carpelos son muy numerosos y están insertos en espiral en el receptáculo, cuya porción inferior, es más prominente, en forma de disco y está ocupada por los estambres. Cada uno de estos se compone de dos tecas largas, unidas por un conectivo de color anaranjado en el ápice. Los carpelos forman un cono en el ápice del receptáculo, cada pistilo tiene un óvulo y termina en un estigma sencillo. Los carpelos están separados y sólo se unen por la base. (León, 1979)

Gardiazabal y Rosenberg (1993) mencionan que la mayoría de las anonas se caracterizan por ser dicógama y protogineas, en casi todas las regiones donde son cultivadas, con diversos grados de acentuación de este fenómeno, esto explica en parte el mal cuaje y la obtención de frutos de peso reducido y deformes. (Anexo # 1)

León (1979) añade que las primeras flores aparecen cuando las plantas tienen de tres a cuatro años y brotan una vez al año. La anthesis se inicia con la separación de los pétalos mayores, que se abren por el ápice, generalmente en las primeras horas de la mañana. En esta fase los pistilos están receptivos y tienen los estigmas blancos y brillantes, pero los estambres aún no emiten polen. La polinización por el viento o insectos tiene que hacerse con polen de otras flores y por lo tanto la fertilización es muy deficiente, 26 a 28 horas más tarde los pétalos mayores están completamente abiertos y las anteras emiten polen por las suturas longitudinales, pero ya entonces los estigmas están marchitos y no se pueden fertilizar.

En la apertura de la flor los pétalos comienzan a separarse considerándose este el día 1, que es el del estado femenino, aquí los pistilos están receptivos, pero las anteras no liberan ningún grano de polen; al día siguiente los pétalos se abren para formar un ángulo levemente más extendido, encontrándose la flor en día 2, o estado masculino. Alrededor de 26 horas después del comienzo del estado femenino, la flor cambia al estado masculino. La fase receptiva del estigma dura de 2 – 7 horas, pero esta fase puede recortarse bajo condiciones de alta temperatura o baja humedad relativa. El período de dehiscencia de las anteras ocurre en la tarde entre las 16 y 20 horas, después que los pétalos se abren completamente y estos se caen 24 ó 48 horas más tarde.

2.4 PROBLEMAS DE CUAJADO Y MALFORMACIÓN DE FRUTOS

Efectivamente las flores dicógamas no pueden autopolinizarse y la polinización cruzada entomófila en chirimoyo no se puede asegurar (Rosell y Galán 1995) lo que ha hecho necesario el desarrollo de métodos de polinización artificial, manual o dirigida como usualmente se la conoce.

La protoginea marcada de *Annona cherimola* y la ineficiencia de agentes polinizantes determina la formación de frutos pequeños y asimétricos, por lo que la solución a este problema es el uso de polinización manual (León, 1987)

La estructura y comportamiento funcional de las flores de chirimoyo parece que tendería a proveerlas de un mecanismo que evita la autopolinización, bajo una amplia gama de condiciones. Schroeder (1941) y Chandler (1962) citados por Gardiazabal y Rosenberg (1993) afirman que puede haber presencia de insectos que visiten las flores en ciertas ocasiones, pero ellos serían ineficaces para promover la transferencia del polen de una flor a otra.

La fisiología de la flor madura parece que hace muy difícil la autopolinización, debido a que este frutal muestra dicogamia protoginea, según lo reportado por Shroeder (1941), pues madura primero el pistilo que posee numerosas superficies estigmáticas las que al estar receptivas se observan brillantes, esta condición coincide con el momento que los pétalos se separan levemente por el ápice (Anexo # 2), luego los pétalos se separan ampliamente y comienza la etapa masculina o estaminada (Anexo # 3), el anillo de estambres que hasta ese momento había sido blanco se torna crema, separándose los estambres individualmente entre sí, el polen es vaciado entonces desde las hendiduras longitudinales a las anteras. Durante esta fase, los estigmas se tornan cafés y toman una apariencia reseca.

Según Saavedra (1977), la mala producción de frutos de la chirimoya en Chile se debe al carácter protogineo de sus flores, lo que se ve afectado por la morfología y adversidad de las condiciones climáticas. La floración ocurre en la estación del año en que la humedad atmosférica es baja y raras veces se ven insectos en las flores, lo cual sugiere que la polinización entomófila juega solamente un papel secundario.

El principal efecto de la polinización radica en que únicamente los óvulos fecundados van a desarrollar semillas, que en su proceso de floración liberan auxinas lo que estimula el crecimiento del carpelo, esto explica el bajo porcentaje de frutos cuajados y los frutos mal formados que se dan frecuentemente en la producción de chirimoya. (Sanewski, 1988).

La polinización manual ha sido usada para mejorar la producción y obtener frutos bien formados, para lo que se necesita viabilidad del polen, receptibilidad de los pistilos, condiciones climáticas y condiciones internas de la planta.

Gardiazabal y Rosenberg (1993) reportan que existen varios factores importantes que actúan directamente en una buena polinización y cuajado de frutos y son:

2.4.1 Condiciones climáticas

Dentro de las condiciones climáticas las altas temperaturas traen consigo bajas en producción, ya que tienden a acentuar el fenómeno de dicogamia. La humedad relativa alta al momento de la polinización es favorable para un buen cuajado, por lo que se recomienda realizar la práctica de polinización temprano en la mañana y al caer la tarde, ya que al medio día se tiene una humedad relativa más baja, ocasionando un resecamiento de los pistilos y del polen dándose un tiempo menor en la fase receptiva.

La humedad relativa y temperatura óptima para que exista una buena fecundación son de 80% y 27°C.(Sanewski 1988). La acción constante del viento afecta negativamente la polinización al reseca pistilos y provocar la caída de flores. La rápida deshidratación del estigma es uno de los principales problemas en la polinización manual.

2.4.2 Condiciones de la planta

La etapa de floración constituye un factor importante en la polinización manual, así las flores de inicio de temporada dan un bajo porcentaje de cuajado. Saavedra (1977) comprobó que en flores de inicio de floración, los granos de polen al principio forman una tetrada, no se separan y sus poros germinativos están orientados hacia el centro por lo que habría una germinación muy baja del grano de polen.

La variedad utilizada también constituye un factor importante en la práctica de polinización manual, existen variedades que logran un mayor porcentaje de cuajado debido a que tienen una alta tasa de secreción pistilar, evitando el resecamiento de los órganos reproductivos.

El tipo de rama es otro factor muy determinante en polinización artificial y aquí se integra lo que es vigor de la ramilla y tipo de la misma. El vigor de la ramilla es muy importante de tomar en cuenta y para obtener frutos grandes se deben polinizar muchas flores de las ramillas vigorosas, aunque luego se tenga que realizar un raleo de frutos.

En ramillas débiles se recomienda no polinizar más de dos flores, de lo contrario los frutos serán de tamaño pequeño y además la rama no soportará el peso de éstos y provocará la caída de los mismos.

En lo que es el manejo de la planta, la nutrición adecuada es importante y necesaria en el proceso de polinización. Dentro de los elementos importantes esta el calcio, el cual estimula el crecimiento del grano de polen y orientación del tubo polínico. El boro y la sacarosa, estimulan la germinación del grano de polen.

2.5 POLINIZACIÓN ARTIFICIAL, MANUAL O DIRGIGIDA EN CHIRIMOYO

Los primeros ensayos de polinización manual en annonas y principalmente en chirimoya se reportan desde 1910, pero a pesar de que la técnica de traspasar polen de flores no receptivas a flores receptivas se conoció a inicios de siglo, no fue hasta los años 70's y 80's en que realmente se le empezó a dar un uso comercial.

Numerosos ensayos de polinización manual han sido realizados en los principales países productores, donde se ha visto el aumento de cuaje de frutos.

Wester (1910), en Florida hizo la primera polinización manual en chirimoya, obtuvo polen de flores ya abiertas y lo depositó manualmente a flores que apenas iniciaban la separación de sus pétalos los cuales poseían estigmas brillantes, esta técnica demostró que además de obtener una mayor producción, los frutos resultaron de forma más simétrica.

Rosenberg (1944) ensayó en el jardín botánico de La Serena la polinización artificial y encontró que era más ventajoso el empleo de distintas variedades para lograr mayor cuajado.

Saavedra (1977) reporta que las flores de inicio de temporada los granos de polen forman una tetraedra, que no se separan y sus poros germinativos están orientados hacia el centro lo que hace que la germinación sea baja. Experimentó además embotellando polen entre 6 y 7 de la noche y usándolo al día siguiente, las flores fueron manualmente polinizadas e inmediatamente rociadas con agua, obteniendo 43.7% de cuajado. La fruta permaneció en el árbol hasta madurar y tuvo, de manera general, más tamaño y buena forma.

Pavez (1985); citado por Gardiazabal (1993) comprobó la eficiencia de la polinización manual, usando el polen de los mismos árboles de 15 clones que identificó en La Cruz, Chile, donde obtuvo un alto porcentaje de cuajado, de 61 – 91 %, en comparación al 4% del testigo que se dejó con polinización natural.

Carter (1981 –1982) enfatiza que en Israel se emplearon bioreguladores en flores de chirimoyo, obteniéndose frutos sin semilla o partenocárpicos.

Gazit (1982) en Israel, encontró cuatro especies de escarabajos Nitidulidae, los más comunes en las flores de annonas durante la época de floración y demostró una importante relación de estos escarabajos en la producción de fruta. Identificó las siguientes proporciones: *Uroporus humeralis* 47.6%, *Carpophilis hemipterus* 27.6%, *Haptoncus luteolus* 16.1% y *Carpophilus mutilatus* 8.7%.

Gazit *et al.* (1987) en Israel probaron el efecto de la temperatura y de la humedad relativa sobre la viabilidad del polen, y concluyeron que el polen conservado a -4°C no tenía un buen cuajado, conservándolo a 15°C se obtenía más de 70% de cuajado y con temperaturas de $21 - 26^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa del 100% en obtuvieron buenos resultados de cuajado, hasta 36 horas después de recolectado el polen.

Richardson y Anderson (1988) encontraron que la chirimoya al natural dio 0.5 y 5% de cuajado lo cual fue significativamente menor a usar polinización manual que produjo entre 37 – 95 % de cuajado. La polinización con polen del mismo cultivar fue significativamente más efectiva que la aplicación de mezclas.

Escobar (1996) en la Escuela Agrícola Panamericana, evaluó la polinización manual en chirimoya donde usó aplicaciones de polen de la misma variedad Cumbe en la mañana (6:00 – 8:00 a.m.) y en la tarde (4:00 – 6:00 p.m.), además usó polen de la variedad Bronceada aplicado en la tarde y polen de atemoya, los resultados mostraron que la aplicación del polen de la variedad Bronceada dio mejor cuajado de frutos en comparación con el uso del propio polen de la variedad Cumbe. Se obtuvo cuajado de 30.3 y 23.1% polinizando la variedad Cumbe con su propio polen y un 46.7% con polen de la variedad Bronceada; con polen de atemoya sólo se obtuvo 4.7%, todos estos resultados superaron por un amplio margen el 0.98% de cuajado obtenido en forma natural (testigo).

Igualmente Pineda (1996) en El Zamorano probó polinización manual en atemoya con polen recolectado el mismo día, polen recolectado el día anterior diluido en leche en polvo descremada y con la aplicación de ácido giberélico a 100 ppm. No encontró respuesta con polen diluido en leche en polvo, ni con la aplicación de ácido giberélico. Sin embargo, encontró diferencia significativa entre polen puro recolectado el mismo día y el día anterior con un 47.5% y 2.77% de cuajado respectivamente.

Rodríguez (1997) comparó la polinización manual en atemoya por la mañana (6:30 – 8:30 a.m.) usando polen obtenido el mismo día y polen recolectado el día anterior así como por la tarde (4:00 – 6:00 p.m.) con polen del mismo día y un testigo con polinización natural; encontró que el porcentaje de frutos logrados con polinización matutina fue de 20.50% con polen fresco y 13.79% para polen de flores obtenidas el día anterior en comparación con el testigo que se obtuvo 4.91%.

2.6 SISTEMAS DE POLINIZACIÓN ARTIFICIAL

Schroeder (1941) citado por Guardiazabal y Rosenberg (1993) describe la siguiente técnica de polinización artificial: Día 0: flor completamente cerrada, pétalos juntos,

recolectar flores en día 1, cuyos pétalos comienzan abrirse, las flores en este momento poseen los estambres blancos y no han liberado polen todavía, las flores así recolectadas son colocadas en un recipiente al mismo que se le cubre con un paño húmedo que permita la circulación de aire, hasta el día siguiente donde pasan de flores día 1 a flores día 2 y se puede ya recolectar el polen junto con los estambres, lo que constituye el material a usar ya sea puro o diluido en esporas de licopodium en proporciones de 1:20 ó 1:50.

También se puede usar leche en polvo, pero es poco eficiente en chirimoya. La aplicación en este caso se hace con un pincel delgado de preferencia de pelo de camello.

El segundo sistema de polinización artificial es usar el polen puro o diluido aplicado con un atomizador de aire (Anexo # 4), lo que ayuda a agilizar la labor de polinización.

Un tercer sistema actualmente utilizado en polinización dirigida consiste en la recolección directa del polen en el campo, de flores día 2, para pasar directamente este polen a flores en día 1, con un pincel delgado.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, situada en el valle del río Yeguaré, a 30 Km al este de Tegucigalpa, Honduras, Departamento Francisco Morazán, a 14° de latitud norte y 82°02' de longitud oeste y a una altitud de 800 metros sobre el nivel del mar.

Se realizó el trabajo en la plantación ya establecida del Departamento de Horticultura, la cual cuenta con 43 árboles de chirimoya sembrados a 4 x 5 y con las variedades Cumbe y Bronceada de una edad de 5 años y medio. Se comenzó en enero de 1998 con la floración natural de la planta, pero debido a cambios climáticos de sequía y a una floración irregular prematura tuvo que realizarse una poda de floración el 29 de marzo del mismo año fecha a partir de la cual se empezó el verdadero ensayo finalizándose la recolección de datos en octubre de 1998.

En el período de enero a agosto se pudo observar una variación de clima con una sequía prolongada más que en años anteriores, lo que causó que la floración de enero con polinización manual del mismo mes hasta finales de febrero no resultara en un desarrollo normal de frutos. Además la presencia de fuertes vientos a partir del 10 de marzo hasta finales del mismo mes tuvo una influencia negativa para la polinización, razón por la cual el 29 de marzo de 1998 se realizó un despunte para forzar una nueva floración, la misma que se inició 6 semanas después de esta poda. Este contratiempo resultó en un retraso de cosecha, por lo cual la variable a medir en este experimento será tan solo el porcentaje de frutos cuajados y simetría, asumiéndose que los demás parámetros seguirán una tendencia similar a la de ensayos previos y lo que más interesa es ver cual es la mejor hora para polinización.

Con respecto al manejo de la plantación se realizaron las fertilizaciones de acuerdo a la programación del año lo cual fue una aplicación de 18 – 46 – 0 el 15 de junio de 1998. El riego y control de malezas se realizaron de acuerdo a las necesidades del cultivo, haciendo uso de riego por gravedad y control mecánico de malezas.

El ensayo se condujo bajo el diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), donde se usaron 6 árboles de la variedad Cumbe, los que constituyeron los bloques experimentales y fuente de flores femeninas, que fueron polinizadas con polen de la variedad Bronceada de origen chileno, los 4 tratamientos fueron aplicados aleatoriamente en cada bloque.

La precipitación registrada desde enero a octubre del año de 1998 fue de 1507.55 mm, concentrándose en los meses de mayo a octubre, esto lo vemos en el Figura # 1.

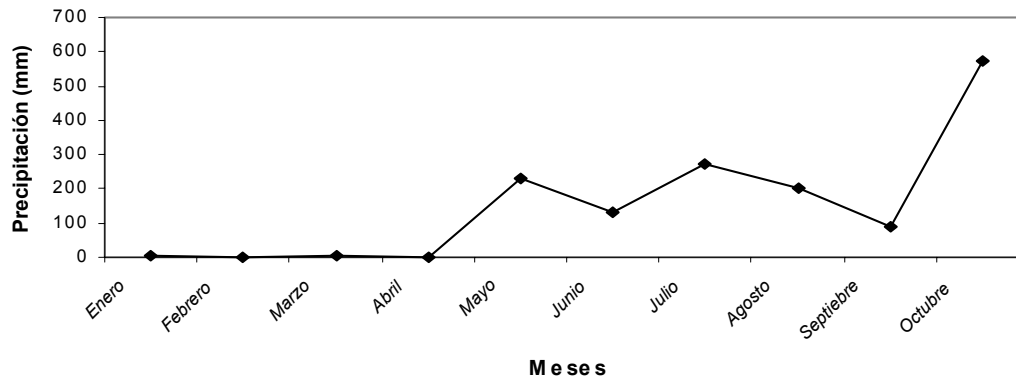


Figura #1 Precipitación (mm) de enero a octubre de 1998 en El Zamorano.

Las temperaturas máximas, mínimas y promedio del mismo período se registran en la Figura # 2.

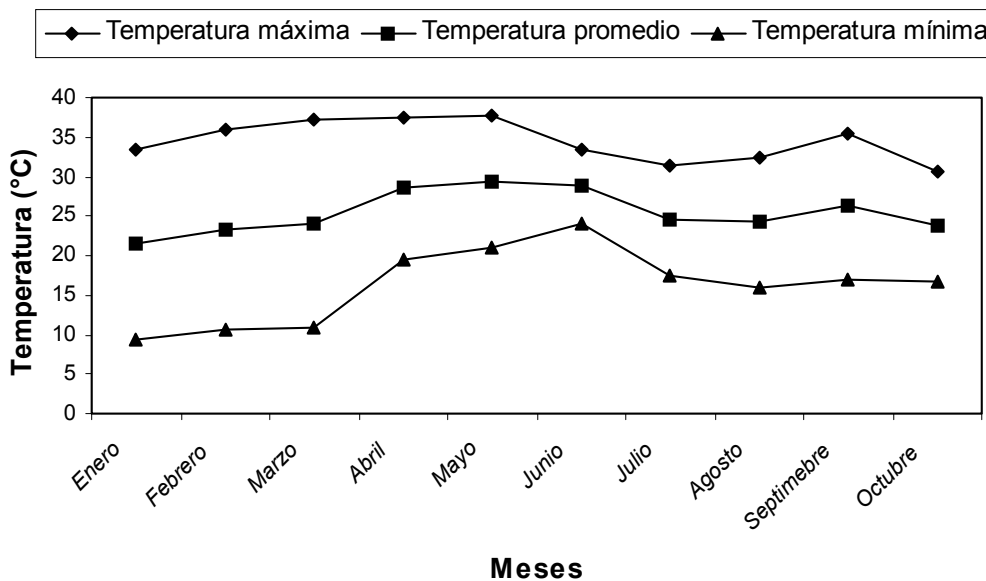


Figura #2 Temperaturas máxima, mínima y promedio de los meses de enero a octubre en El Zamorano.

El objetivo del experimento fue determinar la mejor hora para la realización de la práctica de polinización manual, siendo las horas probadas en la mañana de 6:00 a 8:00 y en la tarde de 4:00 a 6:00, así también se determinó la efectividad del polen recolectado directamente del campo de flores en día 2 o recolectado de flores cosechadas en día 1 la tarde anterior y que pasaran a día 2 en un frasco.

Los tratamientos fueron los siguientes:

1. - Aplicación directa de polen sacado de flores en día 2, de la variedad Bronceada, por la mañana (6:00 – 8:00 a.m.)
2. - Aplicación de polen recolectado de flores cosechadas el día anterior (en día 1) de la variedad Bronceada, por la mañana (6:00 –8:00 a.m.)
3. - Aplicación de polen recolectado de flores cosechadas el día anterior (en día 1) de la variedad Bronceada, por la tarde (4:00 – 6:00 p.m.)
4. - Testigo con polinización natural.

La recolección de polen para polinización directa se realizó recolectando flores en día 2 directamente en el campo, sacudiéndolas sobre un recipiente de boca ancha, e inmediatamente se buscó flores en día 1 en la variedad Cumbe y se procedió a la polinización con un pincel.

Para los tratamientos donde el polen era obtenido el día anterior, se realizaron recolecciones de flores día 1 para ser colocadas en un recipiente cubierto de un paño húmedo hasta el día siguiente en que las flores habían pasado a día 2 y se podía recolectar el polen, que puesto en recipientes pequeños de los que llevan las películas de cámara de 35mm, se llevaba al campo para proceder a la polinización manual tanto en la mañana como en la tarde, utilizando para ello un pincel.

Las flores que se tomaron como testigo no fueron tratadas, se tomaron flores en las mismas condiciones de las que iban a ser polinizadas, es decir, flores en día 1, luego se las etiquetó para poder identificarlas.

La toma de datos para obtener porcentaje de frutos cuajados se realizó cuando estos alcanzaron aproximadamente un diámetro de 3 cm.

Se tomaron 27 flores por árbol para el tratamiento de polen directo con aplicación en la mañana, 25 flores tratadas en cada bloque (árbol) para los tratamientos de polen recolectado el día anterior tanto para la aplicación en la mañana como en la tarde y 33 flores por árbol para el testigo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los datos obtenidos en el ensayo se puede observar en el análisis de varianza, una diferencia altamente significativa entre tratamientos ($P= 0.05$) con un nivel de significancia del 5 %. Las diferencias entre bloques fueron significativas lo que indica que el diseño de Bloques Completamente al Azar controló parte de la variabilidad existente ya sea de clima, comportamiento de cada árbol o manejo del experimento (Anexo # 6).

La aplicación por la tarde de polen de flores recolectadas el día anterior resultó porcentualmente mayor a los otros tratamientos en frutos cuajados. Entre los tratamientos de aplicación en horas de la mañana resultó mejor el uso de polen recién obtenido en el campo en comparación con polen de flores recolectadas el día anterior, lo que indica que el efecto del polen prevalece ante la hora de aplicación (Cuadro # 1).

Se pudo observar que la aplicación realizada en la tarde con polen recolectado de flores cosechadas el día anterior resultó en un mayor porcentaje de cuajado, que la aplicación en la mañana con polen fresco, pero no lo superó estadísticamente. Esto concuerda con García del Corral (1989) y Campbell (1991) citados por Gardiazabal y Rosenberg (1993) que mencionan que las mejores horas para realizar polinización manual son al final de la tarde. Asimismo coincide con el estudio realizado en El Zamorano por Escobar (1996), que obtuvo un 46.4% de cuajado con polinización manual realizada en la tarde con polen de la variedad Bronceada recolectado de flores sacadas el día anterior y aplicado en flores de la variedad Cumbe, contra 23.1% con polen de la misma variedad Cumbe. Esto está en relación con lo expuesto por Schroeder (1941) quien menciona un alto porcentaje de cuajado utilizando polen recolectado el día anterior. Es bastante probable que la obtención de un mayor cuajado de frutos de polinización artificial en la tarde se deba a que, aparte que la flor empieza su fase femenina generalmente en las tardes, las condiciones nocturnas de humedad relativa son más altas y las temperaturas menores, lo que favorece la fecundación, pues estas condiciones son más benignas tanto para los estigmas como para los granos de polen, ya que en las mañanas los estigmas en general se encontraban en la fase final de receptividad. Independientemente de esto, los estigmas y el polen del tratamiento en la mañana se vieron expuestos a condiciones adversas de días más calurosos y menor humedad relativa, lo que afectó aparentemente la fecundación.

Cuadro # 1. Efecto de la hora de aplicación y forma de obtener el polen, en el cuajado de frutos de chirimoya “Cumbe” con polen de “Bronceada” en El Zamorano, Honduras, 1998.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE FLORES POLINIZADAS	NUMERO DE FRUTOS CUAJADOS	PORCENTAJE DE FRUTOS CUAJADOS
Polen de flores colectadas el día anterior aplicado entre 4:00 y 6:00 p.m.	150	37	29.21 a*
Polen obtenido de flores en día 2 en el campo, aplicado entre 6:00 y 8:00 a.m.	162	35	27.10 ab
Polen de flores colectadas el día anterior, aplicado entre 6:00 y 8:00 a.m.	150	22	22.10 b
Testigo (Polinización natural)	200	7	10.68 c

*Tratamientos con letras distintas son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$), de acuerdo a la prueba “Duncan” de separación de medias

Se muestra además en el Cuadro #1 que los tratamientos donde se aplicó polen recolectado el día anterior en la tarde y polen directo en la mañana no presentaron diferencias significativas entre ellos, esto pudo deberse probablemente a que en el tratamiento por la tarde con polen recolectado el día anterior tuvo mejores condiciones para fecundar, lo que compensó la menor viabilidad de un polen recolectado con un día de anterioridad. Esto coincide con lo indicado por Gazit (1982) de que el polen pierde su viabilidad a altas temperaturas y humedades bajas. En comparación el polen recolectado y aplicado de inmediato posee mayor viabilidad lo que se compensa con las condiciones menos favorables que va a encontrar durante el día.

Se llega a la conclusión que la polinización natural es bastante baja y existe poco o nada de traslape en el momento en que la flor pasa del estado femenino al estado masculino, pudiéndose dar esto porque las condiciones climáticas de la zona son poco favorables, ya que según Farré (1976), citado por Gardiazabal y Rosenberg (1993), el traslape se da únicamente en condiciones climáticas muy específicas. Sin embargo, el objetivo del estudio no fue comprobar la eficiencia del uso de polinización manual, sino ver cual es la mejor hora para realizarla. Por lo que se puede concluir que la mejor hora es en la tarde para polen recolectado el día anterior, habría que ver que pasaría con polinización directa por la tarde

En el Cuadro # 2 se presenta el porcentaje de frutos, clasificados en simétricos, medianamente simétricos y asimétricos, observándose que en el caso del tratamiento de polen aplicado en la tarde existen más frutos simétricos en comparación con los otros tratamientos incluyendo el testigo, el cual presentó el más alto porcentaje de frutos asimétricos y ningún fruto simétrico. La presencia de frutos asimétricos en un alto porcentaje en cada uno de los tratamientos puede deberse a las condiciones desfavorables que se presentaron luego de la aplicación de polen, exceso de temperatura o baja humedad relativa que reseco los estigmas o el polen y no pudieron ser fertilizados todos los óvulos en forma pareja. En el caso del testigo esto fue más marcado todavía.

El mismo Cuadro # 2 indica que los tratamientos en que se usó polen recolectado y aplicado en la tarde y polen fresco aplicado en la mañana, son los que presentaron mayor porcentaje de frutos simétricos y medianamente simétricos; sin embargo, el porcentaje de frutos asimétricos también fue alto, pero mucho más en el tratamiento de polen recolectado el día anterior en la tarde y aplicado en la mañana y en el testigo, en la que el porcentaje de frutos asimétricos sobrepasó 60% y 70% respectivamente, lo que indica que al polinizar artificialmente no sólo mejora la productividad, sino la calidad de la fruta obtenida. Lo importante es encontrar cual es la mejor hora y fuente de polen para hacer esta operación que en sí es muy sencilla.

Cuadro # 2. Porcentaje de simetría en frutos de chirimoya “Cumbe” polinizada con polen de “Bronceada” en El Zamorano, Honduras, 1998.

TRATAMIENTOS	PORCENTAJE FRUTOS SIMÉTRICOS	PORCENTAJE FRUTOS MEDIANAMENTE SIMÉTRICOS	PORCENTAJE FRUTOS ASIMÉTRICOS
Polen de flores colectadas el día anterior aplicado entre 4:00 y 6:00 p.m.	21.62	40.54	37.84
Polen obtenido de flores en día 2 en el campo, aplicado entre 6:00 y 8:00 a.m.	14.29	37.14	48.57
Polen de flores colectadas el día anterior, aplicado entre 6:00 y 8:00 a.m.	4.55	31.82	63.64
Testigo (Polinización natural)	0	28.87	71.43

5. CONCLUSIONES

- La aplicación directa de polen en la mañana, es mejor que usar polen de flores recolectadas el día anterior y aplicado en horas de la mañana, debido a que el polen recién obtenido posee mayor viabilidad, lo que aumenta el número de frutos cuajados, a pesar de tener condiciones menos favorables en el día, igualando casi al polen “viejo” aplicado en la tarde. Además el proceso es menos complicado.
- No se encontró diferencias significativas entre usar polen recolectado el día anterior aplicado en la tarde, con el uso de polen aplicado directamente en la mañana, presumiéndose que la menor viabilidad del polen recolectado el día anterior es compensada por las condiciones favorables de la noche y que las condiciones adversas del día en el caso de polen fresco son compensadas por la mejor viabilidad de este.
- Es mejor realizar la práctica de polinización artificial en horas de la tarde y si es polen recién colectado se puede aplicar en horas de la mañana, ya que posee mayor viabilidad lo que lo hace soportar condiciones climáticas de baja humedad relativa y altas temperaturas.
- La simetría de los frutos guarda estrecha relación con el tratamiento aplicado, observándose que el tratamiento que mayor porcentaje de frutos simétricos obtuvo es el tratamiento con el porcentaje más alto de frutos cuajados.

6. RECOMENDACIONES

- Comparar la aplicación directa de polen fresco de la variedad Bronceada tanto en la tarde como en la mañana para ver cual es mejor.
- Probar la aplicación de reguladores para obtener frutos partenocárpicos y ver que tan factible es comercialmente en comparación con polinización manual.
- Estudiar la sincronización de la floración de la variedad donante por medio de podas para obtener polen al momento de la floración de la variedad receptiva.
- Probar polen recolectado en la mañana de flores día 2 y aplicarlo en la tarde.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ESCOBAR, O. 1996. Polinización artificial en chirimoya (*Annona cherimola* Mill). Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 34p.
- GARDIAZÁBAL, F.; ROSENBERG, G. 1993. El cultivo del chirimoyo. Valparaiso, Chile. Ediciones Universitarias. 145p.
- GAZIT, S. 1982. The role of nitidulid beetles in natural pollination of annona in Israel. J. Amer. Soc. Hort. (EE.UU.) 107(5):849 – 852.
- IBAR, L. 1979. Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango y papaya. 3ed. Barcelona, España, AEDOS. 236p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. Lost crops of the incas. National Academy Press. Washington D.C., EE.UU.
- LEÓN, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Ed. por Michael Snarskis. 2ed. San José, Costa Rica, IICA. 445p.
- PINEDA, A. 1996. Evaluación de cuatro tipos de polinización manual en atemoya (*Annona cherimola* x *Annona squamosa*) Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 29p.
- RICHARDSON, A. C.; ANDERSON, P.A. 1996. Hand pollination effects on the set and development of cherimola (*Annona cherimola*) fruit in a humid climate. Scientia Horticulturae. 65(4): 273 – 281.
- RODRIGUEZ, P. 1997. Incremento del cuajado de frutos en atemoya (*Annona cherimola* x *Annona squamosa*) con polinización manual directa por la mañana o por la tarde. Tesis Ing. Agr., Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 24p.
- ROSSELL, P.; GALAN, V. 1995. Notes on rhythms observed in the duration of flower anthesis throughout flowering in cherimoya on the island of Tenerife. Fruit (Fra). 50(3): 233 – 237.
- SAAVEDRA, E. 1977. Influence of pollen grain stage at the time of hand pollination as a factor on fruit set of cherimoya. HortScience (EE.UU.) 12(2): 117 – 118.

SANEWSKI, G.M. 1988. Growing custard apples. Queensland Department of Primary Industries. 86p.

STEEL, R.; TORRIE, J.H. 1985. Bioestadística. Trad. del inglés por Ricardo Martínez B. 2ed. México, Méx., McGraw-Hill. 662p.

8. ANEXOS

Anexo # 1 Fruto mal cuajado y simétrico de chirimoyo

Anexo # 2 Estado femenino de la flor de chirimoyo

Anexo # 3 Estado masculino de la flor de chirimoyo

Anexo # 4 Polinización manual, aplicación de polen

Anexo # 5 Atomizador

Anexo # 6 Análisis de varianza (ANDEVA)

Fruto-mal-Cuajado

Fruto-Simetrico