

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

EVALUACION DE CUATRO TIPOS DE
POLINIZACION MANUAL EN ATEMOYA
(*Annona cherimola* x *Annona squamosa*)

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciatura

BIBLIOTECA WILSON POPENON
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 88
TEGUCIGALPA HONDURAS

Por

Alejandro Pineda Miranda

El Zamorano, Honduras
7 de diciembre de 1996

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

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alejandro Pineda Miranda', written in a cursive style.

Alejandro Pineda Miranda

El Zamorano, Honduras
7 de diciembre de 1996

DEDICATORIA

A todos aquellos que saben, que ocupan un lugar en mi corazón especialmente a mis Padres (Arnulfo Pineda y Josefina Miranda) a mis hermanos (Arnulfo, Sarah, Sebastian y Jessica) y a Ud. Libétula por todo lo que significan en mi vida.

AGRADECIMIENTO

Al Divino Arquitecto del Universo, por la oportunidad de alcanzar esta meta. A mis padres por la educación que me permitieron tener (a pesar de todo). A mis hermanos por ser lo que me impulsa en los momentos difíciles en especial a ti NEGRA. Al Dr. Duarte, M.Sc. Marcos Rojas e Ing. Mauricio Huete, por la orientación y consejos para desarrollar esta tesis. A Silvia Chalukian por escuchar todas mis quejas y lamentos y por una amistad sincera. A Erick Baide por cuatro años de discusión y amistad, a Eduardo Galo y la colonia hondureña por los momentos vividos. A Paola M. Raquel J. Sarah D. Jessica H., por una amistad que espero dure para siempre. A Helga M. y Eva A., por su paciencia y ayuda en todo este año. A Ud. libélula por un año de esperanzas.

Y a todos aquellos que ayudaron en la realización de este trabajo o simplemente me brindaron su amistad.

INDICE

| | |
|----------------------------------|------|
| Portadilla | i |
| Derechos de autor | ii |
| Hoja de firmas del comité | iii |
| Dedicatoria | iv |
| Agradecimiento | v |
| Índice | vi |
| Índice de cuadros | vii |
| Índice de anexos | viii |
| Resumen | ix |
| | |
| I. INTRODUCCION | 1 |
| II. REVISION DE LITERATURA | 3 |
| III. MATERIALES Y METODOS | 11 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSION | 15 |
| V. CONCLUSIONES | 23 |
| VI. RECOMENDACIONES | 24 |
| VII. LITERATURA CITADA | 25 |
| VIII. ANEXOS | 26 |
| | |
| DATOS DEL AUTOR | 29 |

INDICE DE CUADROS

Tabla

1. Tabla de condiciones climáticas predominantes en la región de El Zamorano para el período entre enero a junio de 1996 12

Cuadro

2. Porcentaje de frutos cuajados 16
3. Peso promedio de frutos maduros 16
4. Altura promedio de frutos maduros..... 18
5. Diámetro promedio de frutos maduros 18
6. Cantidad promedio de semillas en frutos maduros..... 19
7. Simetría promedio de los frutos maduros 19
8. Análisis económico comparativo..... 21

Índice de Anexos

| | |
|---|----|
| Anexo. | |
| 1. Fruto de atemoya mal cuajado | 27 |
| 2. Estructura y composición de la flor de atemoya | 28 |

RESUMEN

La atemoya (*Annona cherimola* x *Annona squamosa*) presenta un bajo rendimiento debido a las fallas en polinización ocasionadas por la morfología y fisiología de sus flores (protogínea), su susceptibilidad a condiciones climáticas y falta de insectos polinizadores. Se estudió la polinización manual con el objetivo de aumentar la producción para lo cual se evaluaron cinco tratamientos: polinización natural (testigo), polen recolectado el mismo día, polen recolectado el día anterior, polen recolectado el día anterior diluido en leche en polvo descremada y aplicación de ácido giberélico a 100 ppm. No se obtuvo respuesta con polen recolectado el día anterior diluido en leche en polvo descremada ni con la aplicación de ácido giberélico. Se encontró diferencia significativa en el cuajado de frutos entre la aplicación de polen del mismo día y polen del día anterior, con 47.5% y 2.77% respectivamente, contra 0% del testigo que no difirió estadísticamente de 2.77%. El peso promedio de los frutos, su altura y diámetro aumentó más de 200% en relación a los obtenidos con polen del día anterior. El número de óvulos que formaron semilla también aumentó significativamente a favor del polen del mismo día obteniéndose un promedio de 33.5 semillas por fruto, resultando en frutos de mayor tamaño y mejor simetría que los frutos cuajados con polen del día anterior, que tuvieron 7.3 semillas en promedio. El peso promedio de los frutos con polen recolectado el mismo día fue de 213.8 g. contra 60.1 g. que resultó de polen recolectado el día anterior.

La polinización artificial con polen del mismo día no sólo mejoró la producción sino también la calidad de los frutos.

La rentabilidad estimada con polinización manual con polen recolectado el mismo día significó un 47.95% por hectárea para las condiciones de La Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

26
P11
(4-07)

I. INTRODUCCIÓN

La atemoya es un híbrido entre chirimoya (*Annona cherimola*) y anón (*Annona squamosa*) el cual fue creado por primera vez en 1908 por P.J. Wester del USDA Miami, con el objetivo de permitir la producción en el trópico, de un fruto con similares características a la chirimoya, la cual es producida comercialmente en climas sub tropicales o zonas altas.

Actualmente goza de una cierta importancia en países como Australia e Israel en donde se han hecho selecciones de cultivares que presenten los mejores porcentajes de polinización natural, sin obtener buenos resultados, excepto las áreas de producción de España en donde se reporta una excelente producción bajo un manejo de polinización natural, debido a las condiciones climatológicas de la zona y la presencia de agentes polinizadores.

Para el resto de las áreas cultivadas la atemoya continua presentando el problema característico de su familia que es una estructura floral hermafrodita pero fisiológicamente protógina en donde la misma flor es femenina, por lo general en horas de la tarde, y masculina de doce a veinticuatro horas más tarde, liberando su polen cuando los estigmas ya no son receptivos, lo que impide un buen cuajado natural.

También presenta una alta susceptibilidad a las condiciones climáticas siendo así que una humedad relativa baja (menos de 75%) puede deshidratar las flores volviéndolas no viables y aún bajo condiciones climáticas favorables la polinización natural se ve afectada por un tercer problema, que es una baja polinización entomófila, que limita la polinización cruzada, debido que las abejas (*Apis mellifera*) y otros insectos normalmente polinizadores no encuentran las flores de atemoya atractivas, debido a su color verde. A pesar de que éstas tienen un aroma atrayente el insecto no puede ingresar en ellas por su poca apertura de pétalos cuando está en estado femenino lo cual no permite que éstos lleguen a los órganos sexuales alojados en el interior de la flor.

Aunque se reporta la existencia de un insecto polinizador, un pequeño coleóptero de la familia *Nitidulidae*, que a pesar de estar presente en muchas de las áreas de producción no logra llevar a cabo una adecuada polinización ya que se ha calculado que se requieren de tres a nueve insectos por flor para que la polinización sea eficiente, limitando así el empleo comercial de este método el cual a través de estudios ha demostrado ser difícil de implementar.

Todo lo anterior resulta en un baja producción de frutos que, por sus características organolépticas, pueden gozar de un excelente mercado tanto nacional como internacional con rentabilidades atractivas las cuales, si no se logra solventar el problema de la polinización, difícilmente serán alcanzadas por los bajos rendimientos de cultivo y la mala calidad de los frutos que ocasionalmente se obtienen.

Todo lo anterior indica que una posibilidad para aprovechar este cultivo es el uso de métodos de polinización manual para elevar los rendimientos y a su vez obtener frutos más grandes y mejor formados. Este tipo de técnica actualmente se emplea en plantaciones de chirimoya y también de atemoya en Australia y otros países.

La polinización manual presenta una serie de alternativas que difieren en sus métodos como en sus resultados, por lo cual en este estudio se tuvo por objetivo determinar el método más eficiente de polinización manual para las condiciones de El Zamorano, mediante la evaluación de cuatro diferentes métodos de polinización artificial comparados contra un testigo, incluyéndose además un sencillo análisis preliminar de rentabilidad de esta práctica.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El género *Annona* contiene unas 120 especies, así como un buen número de híbridos de *A. cherimola* y *A. squamosa*, que fueron cruzados artificialmente por primera vez en 1908 en Florida y el nombre de atemoya fue asignado a la progenie (Sanewski, 1988)

Debido a la falta de literatura disponible sobre atemoya y basado en las conclusiones de Ronning (1995), la identidad entre dos cultivares de chirimoya y tres de atemoya tiene un rango entre 34,8% y 41,36%, es que la mayoría de literatura usada en este estudio se refiera a chirimoya de la cual existe una mayor cantidad de trabajos publicados disponibles.

2.1 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Según Pizarro (1965), citado por Gardiazabal (1993), la atemoya es un árbol pequeño de 5 a 8 metros de altura, su sistema radical es muy superficial y ramificado, pudiendo originar dos a tres pisos o planos de raíces a diferentes niveles, pero sin profundizar mucho. Sin embargo, posee 3 a 6 raíces pivotantes que pueden profundizar en suelos favorables.

Las flores de esta especie son hermafroditas, poco aparentes, aromáticas y colgantes. El cáliz está formado por tres sépalos pequeños y unidos, de color café verdoso, cortos y pubescentes, de forma triangular (anexo 1).

La corola está compuesta por seis pétalos unidos en la base, tres de ellos se encuentran atrofiados. Los pétalos normales son carnosos y gruesos, aguzado-alargados (forma piramidal alargada), a veces elípticos (en un corte transversal se ven triangulares o elípticos), con una depresión o cavidad basal interna que sirve de alojamiento a los órganos de la reproducción.

Los pétalos unidos en la base se insertan por medio de un rodete en el cálamo, el cual contiene helicoidalmente los estambres y pistilos que darán origen a un ovario súpero. Los estambres, en el período de desarrollo, forman una masa compacta y blanca, que se encuentra oprimida por los pétalos. Los estambres, son carnosos, aplanados y de filamento corto.

Los pistilos se ubican en un ensanchamiento del cálamo, a continuación de los estambres. El estigma es carnosos y delgado mientras que el estilo y el ovario son abultados.

Los estambres son libres y numerosos (180 - 200 por flor). El gineceo es sincárpico y unilocular, consta de un elevado número de carpelos (70-100 y hasta 300), concrecentes y monospermos, que presentan la particularidad de fecundarse independientemente. Pero una vez efectuada la fecundación, los carpelos se sueldan periféricamente entre sí por medio de un tejido conectivo.

Las flores en esta especie, son producidas en ramillas desarrolladas en la misma temporada de crecimiento vegetativo, opuestas a una hoja (entre la primera y la quinta hoja), o bien, nacen solitarias o en grupos directamente sobre la madera de uno o más años de edad.

El fruto es un sincarpio procedente de una sola flor. Está formado por la fusión de muchos carpelos simples con el receptáculo, constituyendo una masa sólida. Individualmente, los carpelos se ordenan en espiral sobre la superficie del receptáculo. Cuando el fruto está maduro, el receptáculo es blando y esponjoso. Todos o casi todos los carpelos contienen una semilla relativamente dura. Si el óvulo no es fertilizado, el carpelo correspondiente tiende a no desarrollarse y la superficie del fruto presenta una depresión (anexo 2).

Cada carpelo, de los que puede haber 100 hasta 200 por fruto, contiene un óvulo simple. Aún cuando es posible encontrar dos óvulos desarrollándose en un sólo carpelo; esta última situación es poco frecuente.

Cada fruto tiene, en la zona de unión de carpelos, una línea oscura y a veces una depresión formando una aureola. Esta aureola, cuando está bien desarrollada, tiene la forma de una U orientada hacia el ápice del fruto (Gardiazabal, 1993).

2.2 PROBLEMAS DE POLINIZACIÓN

El problema más grande que se presenta en la producción de atemoyas según Sanewski (1988) es una pobre producción de frutos y una malformación de éstos, siendo la mayor causa de ambos problemas una inadecuada polinización.

Sobre este problema Gardiazabal (1993), comenta que, generalmente, un alto porcentaje de óvulos, que se estima hasta en un 60%, no se desarrollan debido a problemas de polinización. Esto hace que el fruto sea asimétrico, ya que las paredes carpelares sólo incrementan su espesor cuando el óvulo ha cuajado.

La importancia de la polinización radica en que sólo los óvulos fecundados desarrollarán semillas, que en su proceso de desarrollo liberan hormonas llamadas auxinas las cuales estimulan el crecimiento del carpelo o segmento del fruto que la rodea. Cuando el porcentaje de polinización es bajo, algunos de los óvulos no son fertilizados, entonces sólo se desarrolla semilla en algunos de los carpelos y se producen frutos mal formados (Sanewski, 1988).

La principal causa de este problema es la fisiología de floración junto con otros factores como la morfología de las flores y condiciones climáticas adversas (Saavedra, 1977).

De acuerdo con Schroeder (1941), citado por Gardiazabal (1993), la fisiología de la flor parece que hace muy dificultosa la autopolinización debido a que este frutal presenta dicogamia protoginca, en casi todas las regiones donde son cultivadas. Esto significa que los pistilos están receptivos cuando todavía no se produce emisión de polen, esto explica en parte, el mal cuajado y la obtención de frutos de peso reducido y deformes.

Un estudio realizado en Israel por Blumenfeld (1975), citado por Gardiazabal (1993), en atemoya, señala que el día de apertura de la flor los pétalos comienzan a separarse en la mañana y que la mayor apertura, a la que se considera el inicio de la etapa femenina, ocurre en la tarde del mismo día. Durante el estado femenino, los pistilos están receptivos pero las anteras no liberan ningún grano de polen. Al medio día del día siguiente, los

pétalos se abren para formar un ángulo levemente más extendido que el anterior. Alrededor de 26 horas después del comienzo del estado femenino, la flor cambia al estado masculino. En el estado masculino, los pétalos se abren mucho más ampliamente y se absciona desde el eje floral. En este momento las anteras también se separan unas de otras y liberan el polen.

Según Gardiazabal (1993), primero madura el pistilo, el que posee numerosas superficies estigmáticas, las que al estar receptivas se observan de color brillante. Esta condición coincide con el momento en que los pétalos se separan levemente por el ápice. Luego, se separan ampliamente y comienza la etapa masculina o estaminada de la flor. El anillo de estambres, que hasta ese momento poseía un color blanco, se torna crema, separándose los estambres individualmente entre sí. El polen es vaciado entonces desde las hendiduras longitudinales de las anteras. Durante esta fase los estigmas se han tornado de color café y se notan secos.

Además de los problemas descritos anteriormente, las flores de anonas presentan una sincronización rítmica para pasar del estado masculino al femenino lo cual explica la falta de traslape entre estos dos estados durante el periodo de máxima floración no sólo a nivel de árbol sino también a nivel de todo el lote (Rosell y Galan, 1995).

El comportamiento de las flores de atemoya observado en el valle de El Zamorano es similar al que se observa en todos los representantes de las anonas, descrito anteriormente.

Otros factores, tales como las condiciones climáticas tienen influencia sobre la baja polinización natural en atemoya, por ejemplo: la humedad relativa, temperatura y viento.

La viabilidad del polen es baja en la mayoría de cultivares de atemoya. Las mejores condiciones para la formación de fruto parecen ser 80% de humedad relativa y 27o centígrados de temperatura diurna. La baja humedad es usualmente el factor más limitante. Humedad relativa bajo 60% puede causar deshidratación y pérdida de flores. Humedades demasiado altas, arriba de 95%, también pueden reducir la polinización (Sanewski, 1988).

Las condiciones del valle de El Zamorano no son del todo desfavorables para que se lleve a cabo la polinización, pero debido a que están fuera del clima óptimo representan una limitante para el cuajado natural de frutos.

Así como las condiciones ambientales puede limitar la polinización, existen casos en que éstas son favorables tal como lo indican Sarasola (1960), Farré (1976), citados por Gazit (1982), donde en áreas con clima relativamente frío y húmedo, el estigma puede permanecer receptivo hasta que la flor pase de estado femenino a masculino y libere su polen. De acuerdo con este fenómeno es que se pueden explicar los altos porcentajes de fructificación de *A. cherimola* en España (Sarasola, 1960 y Cervantes 1968, citados por

Gazit, 1982). Así como ocurre en los bosques de Sur América donde esta especie tiene su hábitat natural.

Otra limitante es la falta de insectos que lleven a cabo una adecuada polinización entomófila, lo cual está relacionado con la morfología de las flores. Sanewski (1988), opina que el uso de abejas para aumentar la polinización no es práctico porque éstas (y la mayoría de insectos polinizadores) no encuentran las flores de atemoya atractivas o no pueden entrar en flores que están en estado femenino. Las abejas (*Apis mellifera*) ocasionalmente son vistas colectando polen de flores totalmente abiertas. Estas son utilizadas en España como recolectoras de polen, colocándose trampas a la entrada de las colmenas.

Sobre este asunto Gazit y colaboradores (1982) y Podoler y colaboradores (1984 y 1985), citados por Gardiazabal (1993), determinaron que en Galilea las atemoyas tienen una buena polinización natural y ello se debería a la presencia de coleópteros de la familia *Nitidulidae*, destacándose *Carpophylus hemipterus* y *Uroporus humeralis* por su gran presencia en las flores y los coleópteros *Carpophylus mutilatus* y *Haptoncus luteolus*, que a pesar de estar presentes en las flores, son mucho menos abundantes, aunque no han visto diferencias en la eficacia de polinización entre estas cuatro especies.

La adaptabilidad de los nitidulidae para transferir polen de *Annona* se debe a que su superficie externa está densamente cubierta de pelos. Esta cobertura, que varía en densidad en varias partes de su cuerpo, es conveniente para retener polen colectado cuando visita flores en estado masculino y acarrearlo a otras flores en estado femenino. La longevidad del polen asegura una polinización aún cuando la transferencia de polen ocurre después de 24 horas (Gazit, 1982).

Según Sanewski (1988), los coleópteros son comúnmente encontrados en las flores de atemoya y se sabe que mejoran la polinización natural. Dos o tres coleópteros por flor se necesitan para obtener una buena polinización. Aún no se ha desarrollado ningún método comercial para la utilización de estos insectos.

Ensayos efectuados en Israel por Podoler y colaboradores (1984 y 1985), citado por Gardiazabal (1993), han comprobado que la permanencia de un solo coleóptero dentro de la flor, da como resultado la obtención de frutas deformes en la mayoría de los casos. Cuando se incrementa el número de insectos resultan frutas más perfectas. Por otra parte, las *annonas* no los atraen de forma natural, lo que obligaría a encerrarlos dentro de mallas para que polinicen sus flores.

En Australia, los investigadores George y Nissen (1990), citado por Gardiazabal (1993), trabajando con los mismos insectos, han probado que es factible la polinización de flores de atemoya. Para lograrlo, ponen pifias en descomposición en canastos colgados de las ramas de los árboles (se cuelgan para evitar la llegada de roedores, por el daño que provocan a los árboles si la fruta está en el suelo).

Lo más importante es poner la cantidad suficiente de sustrato (piñas) para la multiplicación de los insectos y el hacer coincidir que este sustrato se termine en el momento de la apertura floral de los árboles, de forma que al encontrarse sin alimento, suban a los flores para alimentarse de polen y así cumplan con el objetivo de polinizar. Actualmente no hay huertos así tratados, con buenas cosechas (Gardiazabal, 1993).

Nuestro conocimiento actual es insuficiente para regular la actividad de los *Nitidulidae* en la polinización de las flores de *Annonas* con el propósito de incrementar la producción o calidad, o concentrar el cuajado de frutos en un período más corto (Gazit, 1982).

En el valle de El Zamorano la presencia de la familia *Nitidulidae* no es lo suficientemente grande como para tener un efecto significativo en la polinización natural de atemoya.

2.3 POLINIZACIÓN ARTIFICIAL

En vista de que el comportamiento de las flores de atemoya en el valle de El Zamorano es similar al descrito para el resto de las *annonas* cultivadas en otras zonas y que las condiciones ambientales son similarmente adversas para que se lleve a cabo una adecuada polinización natural es que el cultivo de atemoya requiere del uso de polinización artificial para obtener un adecuado cuajado de frutos.

Sobre la realización de esta práctica, Sanewski (1988) opina que la polinización artificial ofrece los mejores resultados. Las flores pueden ser polinizadas a mano al rededor de 150 por hora con un porcentaje de éxito entre 50 a 100%.

De acuerdo con Gardiazabal (1993) y Sanewski (1988), la mejor época para llevar a cabo la polinización artificial es entre los meses de noviembre y marzo en el hemisferio sur. En el valle de El Zamorano no es tan exacto ya que la floración se prolongó hasta los primeros días de mayo porque en enero se llevó a cabo la defoliación y poda.

Wester (1910), citado por Schroeder (1941), citado por Gardiazabal (1993), y Ahmed (1936) citado por Gardiazabal (1993), concluyeron que debido a que los pistilos maduraban antes que los estambres (protogénesis), había que obtener el polen de flores ya abiertas y traspasar artificialmente dicho polen a flores que recién iniciaban la separación de sus pétalos.

Pavez (1985), citado por Gardiazabal (1993), comprobó la eficacia de la polinización artificial, usando el polen de los mismos árboles polinizados en 15 clones que identificó en la zona La Cruz, pudiendo apreciar un alto porcentaje de cuajado obtenido con la polinización artificial (61 a 91%) en comparación con flores de las mismas variedades que sólo tenían polinización natural.

Dentro de la polinización artificial se pueden encontrar variables de la técnica que pueden presentar diferentes resultados.

Entre las técnicas de polinización artificial se encuentra el método estándar desarrollado por Schroeder (1941), el cual consiste en recolectar flores que no han abierto, los pétalos de éstas deben estar iniciando a separarse, esta recolección se lleva a cabo en horas de la tarde. Examinando estas flores se puede observar que las anteras están de color blanco y el polen aún no ha madurado. Estas flores se colocan en bolsas de papel que contengan un pedazo de toalla húmeda para mantener la humedad. Para mantener una adecuada circulación de aire las flores no deben ser apiladas en la bolsa. A la mañana siguiente los pétalos se han extendido, las anteras se ponen de color crema y el polen es liberado. El polen recolectado, con algunas anteras, se sacude dentro de un pequeño frasco ligeramente tapado con un pedazo de papel. La aplicación se lleva a cabo con un pincel suave de pelos de camello en flores que estén en el mismo estado que las utilizadas en la recolección de polen. La polinización se hace separando los pétalos y pasando el pincel con polen y anteras sobre los pistilos con un movimiento en espiral.

Otra técnica es la mencionada por Sanewski (1988), que consiste en coleccionar y utilizar el polen la misma tarde. Esta técnica algunas veces es más conveniente pero podría haber cierta dificultad para encontrar suficiente cantidad de flores en estado femenino. Con esta técnica, el polen es coleccionado de flores completamente abiertas, colocándolo directamente en un recipiente pequeño. Luego se usa inmediatamente en flores que recientemente han abierto.

Gardiazabal (1993), comenta sobre la técnica de polinización en que se aplica el polen recolectado el mismo día, que la recolección del polen se efectúa directamente en el huerto en el momento en que las flores se han abierto completamente y los estambres están dehiscentes. A cada una de estas flores se le arrancan los pétalos quedando adosados en la base de ellos los estambres, éstos caen junto con el polen dentro de un tubo de recolección cuando los pétalos son sacudidos. esta operación se realiza normalmente entre las 17:00 horas y 20:30 horas, momento en el cual es posible encontrar el mayor número de flores abiertas al estado masculino.

Un problema que presenta la polinización artificial es la pequeña cantidad de polen que se puede recolectar. Esto se puede evitar con la tercera técnica de polinización que consiste en hacer una dilución de polen. El trabajo inicial es similar al de los demás con la excepción de un último paso en el que se disminuye la cantidad de granos de polen por aplicación. Sanewski (1988), determinó que entre 20 a 30 flores pueden producir polen para polinizar alrededor de 50 a 60 flores.

Como la recolección del polen es también un trabajo lento y delicado, si se aumenta el volumen del polen recogido adicionándole algún producto inerte, se estará disminuyendo la cantidad de granos de polen para aplicar en cada flor y contribuiría a facilitar esta labor. Sin embargo, debe existir en dicha mezcla una cantidad de polen viable que no reduzca el porcentaje de cuaje, ni la calidad de los frutos obtenidos (Gardiazabal, 1993).

Sanewski (1988), sugiere que el polen de atemoya algunas veces puede diluirse con esporas de *Lycopodium* para poder polinizar un mayor número de flores.

Gardiazabal (1993), determinó que los mejores resultados, basándose en el número de frutos cosechados, forma y tamaño de los mismos, los obtuvo cuando utilizó mezclas de polen, sea con los restos de estambres o con polvos de talco o *Lycopodium*, siempre y cuando la mezcla de estos dos últimos contuviera a lo menos un 50% de polen en volumen.

En el caso de este experimento, la dilución se llevó a cabo con leche en polvo baja en grasa por ser el material del que más fácilmente se puede disponer en la zona, a pesar de que en la literatura referente a chirimoya o atemoya no se encuentran referencias sobre el uso de este material. Kitagawa y Glucina (1984), mencionan que para polinizar artificialmente el cultivo del kaki (*Diospyros kaki*) el polen puede ser diluido entre 30 y 50 veces con leche descremada en polvo o esporas de *Lycopodium*.

La técnica de polinización artificial más reciente es el uso de reguladores de crecimiento los que hasta el momento no han demostrado tener el efecto esperado es decir la producción de frutos partenocárpicos.

Respecto a la partenocarpia Weaver (1990), la describe como el desarrollo de los frutos si fertilización del óvulo. En la naturaleza ocurren dos tipos de partenocarpia en la partenocarpia vegetativa, los frutos se desarrollan sin polinización y en la partenocarpia estimulativa el cuajado de los frutos ocurre por el estímulo de la polinización, sin fertilización posterior.

Muchos frutos que se pueden inducir al cuajado con el uso de auxinas, por lo general los de muchos óvulos, responden también a las giberelinas; sin embargo, estas últimas han resultado ser también eficaces en el cuajado de frutos de varias especies que no responden a las auxinas (Weaver, 1990).

Según Gazit (1970), Kriegel (1970), Campbell (1979) y Saavedra (1979), citados por Kahn (1994), en chirimoya y atemoya, aspersiones de ácido giberélico inducen eficientemente cuajado y maduración de frutos partenocárpicos. El número de fertilizaciones exitosas puede ser relacionado con el nivel hormonal de ésta, puesto que la chirimoya tanto como la atemoya pueden desarrollarse en ausencia de polinización natural o manual.

Hasta el momento no se han logrado resultados comercialmente satisfactorios usando ácido giberélico y ácido naftalenacético. Sólo se ha conseguido obtener un pequeño porcentaje de frutos perfectos y sin semillas. La mayoría de las flores y frutos pequeños tratados, muere al cabo de pocos meses y los que sobreviven normalmente se agrietan en el período de máximo desarrollo.

Ensayos realizados por Guirado (1988) y Caum (1989), citados por Gardiazabal (1993), mencionan que los mejores resultados en el uso de reguladores (ácido giberélico) se

obtienen cuando son empleados para la obtención de frutos de mayor calibre y por lo tanto mayor relación pulpa-semilla. Recomendando aplicaciones de ácido giberélico en concentraciones de 100 ppm. realizadas 1, 2 y 3 meses después de la polinización.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo desde el 19 de enero de 1996, iniciando con un despunte y defoliación para forzar una floración adecuada, hasta finales de septiembre del mismo año, en el huerto de frutales de la Escuela Agrícola Panamericana, ubicada en el valle del Yeguaré, Departamento de Francisco Morazán, Honduras a 14,00o latitud norte y 87,02o longitud oeste, a una altitud de 800 msnm, en donde predominó un régimen de temperatura y precipitación que se puede apreciar en la Tabla 1.

El experimento se realizó en una plantación de la variedad Gefner (origen israelita) la cual tenía cuatro años de edad, siendo esta la edad más recomendada para iniciar una producción comercial, a un distanciamiento de 5 x 4 metros, sobre un suelo de textura franco arcillosa y un pH de 5.1. Las labores de riego, fertilización, control de malezas y plagas y otras fueron llevadas a cabo de acuerdo a lo acostumbrado por la Sección de Frutales de la institución.

El experimento se condujo bajo un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con cinco tratamientos aleatorizados en seis bloques o repeticiones donde se consideró un árbol como un bloque. La unidad experimental que se utilizó fue de doce flores, lo que multiplicado por bloques y tratamientos dió un total de 360 observaciones.

Los tratamientos fueron los siguientes:

1. Testigo, que consistió en flores sin ningún tipo de tratamiento es decir polinización natural.
2. Polinización manual, utilizando polen recolectado el mismo día (de flor a flor).
3. Polinización manual, utilizando polen recolectado el día anterior diluido en leche en polvo baja en grasa a un concentración de 50%.
4. Polinización manual, con polen recolectado el día anterior, sin diluir.
5. Aplicación de ácido giberélico a 100 ppm.

La recolección de polen se llevó a cabo en unos recipientes plásticos, similares a los usados para proteger los rollos de película fotográfica de 35 mm, teniendo recipientes individuales para cada tratamiento.

Para polinizar con polen recolectado el mismo día se buscaron flores en estado masculino (día 2) las que se sacudían dentro del recipiente hasta lograr el desprendimiento de la mayor cantidad posible de polen; esto se repitió hasta tener la cantidad necesaria para poder llevar a cabo la polinización en flores en estado femenino (día 1).

En el caso de los tratamientos con polen del día anterior, ya sea diluido o no, el procedimiento fue recolectar flores femeninas (día 1) y colocarlas en un recipiente plástico cubriendo la boca de éste con un paño húmedo, dejándolo en un lugar fresco y seco, con el fin de que pasaran a estado masculino. El polen era desprendido la tarde siguiente de la

Tabla 1. Condiciones climáticas predominantes en la región de El Zamorano para el período comprendido entre enero a junio de 1996.

| Semanas | temperatura maxima | temperatura minima | temperatura promedio | precipitación en mm | humedad relativa* (%) |
|---------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Enero | | | | | |
| 14 - 20 | 29.97° | 10.56° | 19.35° | 0.0 | 72.0 |
| 21 - 27 | 28.99° | 15.28° | 20.91° | 0.0 | |
| Febrero | | | | | |
| 28 - 3 | 29.97° | 13.99° | 20.96° | 17 | 70.0 |
| 4 - 10 | 27.68° | 13.54° | 19.62° | 1 | |
| 11 - 17 | 30.58° | 13.88° | 21.18° | 3 | |
| 18 - 24 | 32.25° | 15.55° | 22.03° | 1 | |
| Marzo | | | | | |
| 25 - 2 | 32.12° | 15.38° | 22.81° | 1 | 70.0 |
| 3 - 9 | 31.47° | 17.35° | 22.84° | 5 | |
| 10 - 16 | 30.10° | 10.92° | 19.96° | 0.0 | |
| 17 - 23 | 31.28° | 13.66° | 21.67° | 0.0 | |
| 24 - 30 | 33.4° | 16.07° | 23.8° | 0.0 | |
| Abril | | | | | |
| 31 - 6 | 35.14° | 16.60° | 25.16° | 0.0 | 63.0 |
| 7 - 13 | 28.88° | 14.9° | 20.97° | 5 | |
| 14-20 | 34.45° | 17.87° | 25.19° | 0.0 | |
| 21 - 27 | 33.42° | 18.91° | 24.81° | 0.0 | |
| Mayo | | | | | |
| 28 - 4 | 34.27° | 19.32° | 25.49° | 3 | 77.0 |
| 5 - 11 | 32.19° | 20.52° | 24.51° | 18 | |
| 12 - 18 | 31.27° | 19.47° | 24.13° | 16 | |
| 19 - 25 | 30.07° | 19.58° | 22.89° | 56 | |
| Junio | | | | | |
| 26 - 1 | 30.89° | 18.71° | 23.27° | 63 | 74.0 |
| 2 - 8 | 31.44° | 18.58° | 23.71° | 0.0 | |

* La humedad relativa está dada en un promedio mensual por ser esta la forma en que fue facilitada por la secretaria de Recursos Naturales.

misma forma que el tratamiento anterior y en sus recipientes respectivos. El polen para el tratamiento sin diluir se dejaba tal como se desprendía, pero el tratamiento de polen diluido requería que este fuera tamizado en una malla de 0.0098 pulgadas de apertura es decir de 60 "mesh" con el fin de separar los grupos grandes de polen y dejarlo lo más suelto posible, además de limpiarlo de otros materiales (pedazos de antera) que pudieran afectar su concentración que era en base a peso, usando una balanza analítica para determinar la cantidad recolectada cada día. En promedio se obtuvo 0.054 gramos de polen de 39.25 flores al día, luego la cantidad de polen era duplicada en peso con leche en polvo baja en grasa, pasada por un mortero para hacerla lo más fina posible, con lo cual se obtenía un 50% de concentración.

Todas las aplicaciones se llevaron ha cabo entre las 4:00 y 6:00 p.m. una a dos veces por semana, para asegurar un buen número de flores, que permitiera aplicar todos los tratamientos a la vez en los seis bloques.

La polinización fue realizada con pinceles de cerdas de pelo #4, usando pinceles distintos para cada tratamiento para evitar cualquier posible contaminación con otros tratamientos. Todas las aplicaciones se hicieron en flores en día 1 de apertura es decir cuando se encontraban en estado femenino, a las que se les quitaba un pétalo y se separaban cuidadosamente los otros dos; luego se tomaba el polen del respectivo tratamiento con el pincel y se aplicaba directamente sobre los estigmas, que debían tener una apariencia húmeda, característica del estado femenino; se aplicó con un movimiento circulatorio para aumentar el contacto por la disposición en espiral de los estigmas, llevando a cabo dos aplicaciones por flor. Cada flor era marcada con una etiqueta de madera de aproximadamente dos pulgadas, pintada en color rojo para hacerla más visible, la cual contenía un número de identificación, fecha y el tratamiento al que correspondía. La etiqueta se amarró al pedúnculo de cada flor con hilo acerado y de forma que permitiera correrse para evitar estrangular los pedúnculos a medida que estos engrosaban.

El quinto tratamiento, consistió en aplicar ácido giberélico a 100 ppm; se realizó preparando una solución de "Progibb plus" con un 10% de ácido giberélico (GA3) es decir que se usó un gramo de producto comercial por litro de agua, la cual se preparaba a diario y se aplicaba junto con los otros tratamientos variando en que no se quitaba ningún pétalo a la flor y se aplicaba con un asperjador manual en el interior de flores en estado femenino (día 1) con iguales características que las usadas en los demás tratamientos, y marcándolas de forma similar al resto de los tratamientos.

Para los testigos (polinización natural) se seleccionaron flores de día 1 (femeninas) los mismos días en que se hicieron las aplicaciones del resto de los tratamientos, dejándolas intactas excepto por el etiquetado similar al de las demás.

Los datos que se tomaron fueron :

1. Porcentaje de frutos cuajados
2. Peso promedio de los frutos
3. Altura del fruto
4. Diámetro del fruto
5. Número de semillas por fruto
6. Simetría del fruto

La simetría de los frutos se midió cualitativamente en dos criterios (simétrico y no simétrico) que posteriormente se tradujo a porcentaje de frutos simétricos y se le asignó valor numérico para poder analizarlos.

Los frutos se cosecharon cuando alcanzaron un estado de madurez que asegurara su total maduración en post cosecha, como se acostumbra comercialmente; fueron marcados con el número de sus etiquetas para evitar pérdida o confusión de datos, se pusieron en un lugar fresco y seco hasta que alcanzaron su madurez total y se procedió a pesarlos, medir su altura y diámetro, para luego partarlos y contar sus semillas.

Los datos anteriormente mencionados fueron analizados en el programa estadístico MSTAT con el cual se realizaron : análisis de varianza, separación de medias por el método Duncan al 1 y 5 % de significancia y operaciones de correlación entre algunas de las variables. Además, se hizo un análisis económico mediante una comparación de presupuesto parcial entre los tratamientos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico de este trabajo se realizó solamente con tres de los cinco tratamientos originales, debido a que no hubo ninguna respuesta por parte de los tratamientos 3., polen recolectado el día anterior diluido en leche en polvo, y el tratamiento 5., aplicación de ácido giberélico (0% de cuaje en los dos casos). Para el caso del tratamiento 3. se puede suponer que se debió a la baja viabilidad que presentó el polen con veinticuatro horas de recolección (se explica más detalladamente en el tratamiento 4.) que además se diluía limitando aún más su posibilidad de fecundar.

Por su parte los resultados del tratamiento 5. están de acuerdo con lo mencionado por Gardiazabal (1993), es decir que hasta el momento no se han logrado resultados comercialmente satisfactorios usando ácido giberélico y ácido naftalenacético. Sólo se ha conseguido obtener un pequeño porcentaje de frutos perfectos y sin semilla.

Lo anterior indica que el uso de polen recolectado el día anterior tanto como el ácido giberélico no son factibles para llevar a cabo una adecuada polinización artificial en atemoya en El Zamorano.

En los siguientes resultados no se incluirán los tratamientos 3. y 5. por lo mencionado en el párrafo anterior.

El Cuadro 1. muestra que hubo una diferencia a favor de la aplicación de polen recolectado el mismo día que superó significativamente al testigo (polinización natural), y la aplicación de polen recolectado el día anterior, que no superó estadísticamente al testigo.

Cabe mencionar que con el polen recolectado el mismo día se obtuvo un 47.22% de cuajado, lo cual se aproxima al porcentaje que menciona Sanewski (1988), en donde sugiere que el rango de éxito en polinización manual puede variar entre un mínimo de 50% y un 100%. El hecho que los resultados del estudio no lleguen al mínimo mencionado puede deberse a que la edad de la plantación, en este caso cuatro años, que es recién el primer año de producción y no ha llegado al pico de su desarrollo.

Para el caso del testigo, que consistía en polinización natural, y el polen recolectado el día anterior, que no tuvieron diferencias significativas, se puede decir que este resultado no guarda relación con lo expuesto por Schroeder (1941), que menciona un alto porcentaje de cuaje utilizando polen recolectado el día anterior. Este resultado puede explicarse con el siguiente argumento :

Con temperatura entre 21 y 26o centígrados, en una habitación con distintos grados de humedad, la viabilidad del polen se ve fuertemente afectada cuando las humedades relativas son muy bajas. Es así que con 0.05 y 5% de humedad relativa el cuajado es pésimo, aunque se haya polinizado 12 horas después, mientras que con humedades relativas entre el 25 y 100% se logró más de 60% de cuajado aún cuando hayan sido polinizadas 12 horas después de obtenido el polen. Sólo se obtiene buen cuajado, a esa

Cuadro 1. Resultado de diversos tratamientos de polinización sobre el cuajado de frutos de artemoya. El Zamorano, 1996.

| Tratamientos | Número de flores polinizadas | Número de frutos obtenidos | Porcentaje de frutos obtenidos |
|-----------------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Polen recolectado el mismo día | 72 | 34 | 47.22 a* |
| Polen recolectado el día anterior | 72 | 2 | 2.77 b |
| Polinización natural (testigo) | 72 | 0 | 0.00 b |

* Un cambio en letra indica diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos a un nivel de significancia de 1%.

Cuadro 2. Efecto de diversos tratamientos de polinización sobre el peso promedio a madurez de frutos de artemoya. El Zamorano, 1996.

| Tratamientos | Peso promedio por fruto en gramos |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Polen recolectado el mismo día | 213.8 a* |
| Polen recolectado el día anterior | 60.18 b |
| Polinización natural (testigo) | 0.00 b |

* Un cambio en letra indica diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos a un nivel de significancia de 1%.

temperatura hasta 36 horas después de recolectado el polen si la humedad es de un 100%, no lográndose ninguna cuaje después de 36 horas (Gazit, 1987), citado por Gardiazabal (1993). En el caso del ensayo la humedad de la zona es bastante baja en la época en que se llevó a cabo (al rededor de 70%) lo que pudo haber hecho bajar la viabilidad del polen.

Lo anterior es igualmente aplicable al polen recolectado el día anterior diluido en leche en polvo en donde además de tener un baja viabilidad de polen éste era diluido en la leche para reducir el número de granos a utilizar, con el objeto de aumentar el número de aplicaciones por recolección, resultando en una reducción drástica (cuaja de 0%) de la capacidad de éste para fecundar.

En lo que se refiere a la variable peso promedio de los frutos, se pudo apreciar una gran diferencia significativa entre el polen recolectado el mismo día y el recolectado el día anterior a favor del primero (Cuadro 2.) que respalda un incremento en peso de los frutos con el polen recolectado el mismo día de más de un 200 % sobre el peso de los frutos de polen recolectado el día anterior. En cuanto a las variables de altura y diámetro promedio de los frutos, otra vez se puede observar una diferencia entre el polen fresco y el polen del día anterior (Cuadro 3 y 4) que significan, al igual que en la variable peso, un incremento de más de un 200 % para cada uno de los casos a favor del polen recolectado el mismo día.

Los resultados anteriores indican que el polen recolectado el mismo día tuvo un mejor efecto en la fecundación de los óvulos debido a que estaba más viable que el recolectado el día anterior lo que resultó en un mejor número de pistilos fecundados y por lo tanto un mejor desarrollo de los frutos.

Este resultado en la fecundación está relacionado con lo que dice Sanewski (1988), es decir que sólo los óvulos fertilizados desarrollan semilla. Las semillas en desarrollo secretan hormonas llamadas auxinas que estimulan el crecimiento de los carpelos o segmento de fruta que lo rodea. Cuando el porcentaje de polinización es bajo, algunos óvulos no son fertilizados, y sólo se desarrollan algunos carpelos y puede resultar en un bajo o nulo cuajado de frutos. Cabe mencionar que el desarrollo de la semilla, que fue otra variable que se midió (Cuadro 5), presentó una diferencia significativa, lo cual también está relacionado con lo mencionado anteriormente.

En lo que a simetría del fruto se refiere, se observó al igual que el resto de las variables, una diferencia significativa entre el polen fresco y el recolectado el día anterior (Cuadro 6) a favor del primero que a pesar de ser un poco bajo siempre representó un marcada diferencia.

El bajo porcentaje de simetría, en general, podría deberse a que en muchas de las flores encontradas aún en estado femenino no se presentaba o era bastante pobre la secreción húmeda en la zona de los pistilos característica de este estado, lo que pudo reducir la polinización por falta de adhesión del polen a los pistilos. Esta falta de secreción se puede deber en muchos casos a factores ambientales. La baja polinización también podría deberse a un bajo porcentaje de germinación del polen, lo cual no se llegó a estudiar y que sería otro factor a analizar.

Cuadro 3. Efecto de diversos tratamientos de polinización sobre la altura promedio a madurez de frutos de artemoya. El Zamorano, 1996.

| Tratamientos | altura promedio de los frutos en cm. |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| Polen recolectado el mismo día | 8.287 a* |
| Polen colectado el día anterior | 2.417 b |
| Polinización manual (testigo) | 0.00 b |

* Un cambio en letra indica diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos a un nivel de significancia de 1%.

Cuadro 4. Efecto de diversos tratamientos de polinización sobre el diámetro promedio a madurez de frutos de artemoya. El Zamorano, 1996.

| Tratamientos | Diámetro promedio de los frutos en cm. |
|-----------------------------------|--|
| Polen recolectado el mismo día | 7.612 a* |
| Polen recolectado el día anterior | 2.167 b |
| Polinización natural (testigo) | 0.00 b |

* Un cambio en letra indica diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos a un nivel de significancia de 1%.

Cuadro 5. Efecto de diversos tratamientos de polinización en la cantidad de semillas promedio por fruto en atemoya, El Zamorano, 1996.

| Tratamientos | Número de semillas en promedio para frutos maduros |
|-----------------------------------|--|
| Polen recolectado el mismo día | 33.56 a* |
| Polen recolectado el día anterior | 7.33 b |
| polinización natural (testigo) | 0.00 b |

* Un cambio en letra indica diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos a un nivel de significancia de 1%.

Cuadro 6. Efecto de diversos tratamientos de polinización sobre el porcentaje de simetría de frutos de atemoya, El Zamorano, 1996.

| Tratamientos | Porcentaje promedio de simetría |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| Polen recolectado el mismo día | 26.10 a* |
| Polen recolectado el día anterior | 1.1 b |
| Polinización natural (testigo) | 0.00 b |

* Un cambio en letra indica diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos a un nivel de significancia de 1%.

El análisis económico preliminar comparativo entre llevar a cabo la práctica de polinización manual y no, está basado en una extrapolación de la información obtenida en el experimento; en consecuencia las estimaciones de rentabilidad y margen sobre ventas tienen una alta posibilidad de error .

En el Cuadro 7-se presentan los costos de producción de una hectárea de atemoya en su cuarto año (primero de producción) a los cuales se les incluyó un costo de capital con una tasa de el 38% de interés anual. El costo de producción de una hectárea de atemoya sin polinización manual se estimó en 19,241.00 Lps. y con polinización manual en 21,280.00 Lps. La estimación de ingresos por concepto de venta de frutos es de 3,335.00 Lps. sin polinización manual y de 31,485.00 Lps. con polinización manual; con esta información se calculó el margen sobre ventas netas basado en la utilidad neta en relación con las ventas netas resultando en un -467% sin polinización manual y de 32.45% con polinización manual.

También se calculó la rentabilidad en base a la utilidad neta relacionada con los costos de producción y expresado en porcentaje, donde sin polinización manual se estimó una utilidad neta de -15,906.00 Lps. con una rentabilidad de -82.66% mientras que con polinización manual la utilidad se estimó en 10,205.00 Lps. con una rentabilidad de 47.95%.

Cuadro 7. Análisis económico comparativo de una hectárea de atemoya, el cuarto año (primera producción), sin y con polinización manual, en Lempiras, El Zamorano 1996.

| | sin polinización | con polinización |
|---|-------------------|------------------|
| I. INGRESOS (Lps.) | | |
| Ventas ¹ | 3,335.00 | 31,485.00 |
| II. COSTOS (Lps.) | | |
| Mecanización (chapias) | 276.00 | 276.00 |
| Fertilizantes | 813.00 | 813.00 |
| Insecticidas | 953.00 | 953.00 |
| Mano de obra : | | |
| Limpias (2 pagadas por obra) | 600.00 | 600.00 |
| Podas (2 días hombre) | 45.00 | 45.00 |
| Fertilización (1 día hombre) | 22.88 | 22.88 |
| Riego (10 riegos de 3 hrs. c/u) | 86.00 | 86.00 |
| Polinización (60 días hombre) | 00.00 | 1,373.00 |
| Aplicaciones de insecticidas (12 aplicaciones de 3 días hombre c/u) | 824.00 | 824.00 |
| Cosecha (5 personas, cosechando 2 veces por semana por 4 semanas) | 915.00 | 915.00 |
| Transporte interno de cosecha | 2,000.00 | 2,000.00 |
| Administración y asistencia técnica ² | 4,900.00 | 4,900.00 |
| Sub-total | 11,440.00 | 12,813.00 |
| Imprevistos (5%) | 572.00 | 641.00 |
| Sub-total | 12,012.00 | 13,454.00 |
| Pago de intereses sobre préstamo para producción ³ | 4,565.00 | 5,112.00 |
| Sub-total | 16,577.00 | 18,566.00 |
| Costo de oportunidad de la tierra | 2,145.00 | 2,145.00 |
| Depreciación : | | |
| Plantación ⁴ | 319.00 | 319.00 |
| Equipo de sanidad | 200.00 | 200.00 |
| Otros ⁵ | 00.00 | 50.00 |
| TOTAL de COSTOS (Lps.) | 19,241.00 | 21,280.00 |
| III. UTILIDADES (Lps.) | -15,906.00 | 10,205.00 |

$$\text{Margen sobre ventas sin polinización manual} = \frac{-15,906.00}{3,335.00} \times 100 = -476\%$$

$$\text{Margen sobre ventas con polinización manual} = \frac{10,205.00}{31,485.00} \times 100 = 32.54\%$$

$$\text{Rentabilidad de la inversión sin polinización manual} = \frac{-15,906.00}{19,241.00} \times 100 = -82.66\%$$

$$\text{Rentabilidad de la inversión con polinización manual} = \frac{10,205.00}{21,280.00} \times 100 = 47.95\%$$

1. Precio 13.00 Lps. por Kg y una producción de 2.42 TM/Ha.
2. Pago de un técnico (3,500 Lps. mensuales) incluyendo 13 y 14 mes (exigido por ley) y otros beneficios laborales (20%).
3. Tasa de interés : 38% anual sobre préstamo para costo de producción.
4. Costo de establecer la plantación (7,973.00 Lps.) dividido en veinticinco años.
5. Costo de cuatro pinceles (12 Lps. c/u) y cinco recipientes plásticos (0.4 Lps c/u) depreciados en un año.

V. CONCLUSIONES

1. En la plantación donde se realizó el experimento sólo se logró obtener frutos con polinización manual lo que nos indica que para obtener una producción adecuada bajo las condiciones de El Zamorano, es necesaria la utilización de esta técnica.
2. Las polinizaciones manuales tienen un mejor resultado tanto en producción como calidad de frutos cuando son realizadas con polen recolectado el mismo día de su aplicación, el que tiene una mejor viabilidad que el recolectado el día anterior por lo tanto asegura la fecundación de un mayor número de óvulos .
3. La aplicación de polen recolectado el día anterior se podría implementar si se tienen los medios para darle al polen un adecuado almacenamiento que asegure su viabilidad, lograndose con esto solucionar el problema de sincronización en la floración que se presenta en la atemoya.
4. Mientras mayor sea el número de óvulos fecundados la cantidad de semillas desarrolladas en el fruto aumentará lo cual ocasiona un aumento en su tamaño y a su vez mejora su simetría, resultando en un producto de mejor calidad.
5. El polen recolectado el día anterior diluido en leche en polvo descremada así como la aplicación de ácido giberélico no tuvieron ningún efecto en la producción de frutos de atemoya para las condiciones de El Zamorano.
6. El incremento en costos que representa la polinización manual se justifica debido a que sin el uso de esta técnica no se obtiene ningún beneficio de la plantación por el contrario su uso da un rentabilidad aceptable.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo con lo observado en el presente trabajo se pueden hacer las siguientes recomendaciones :

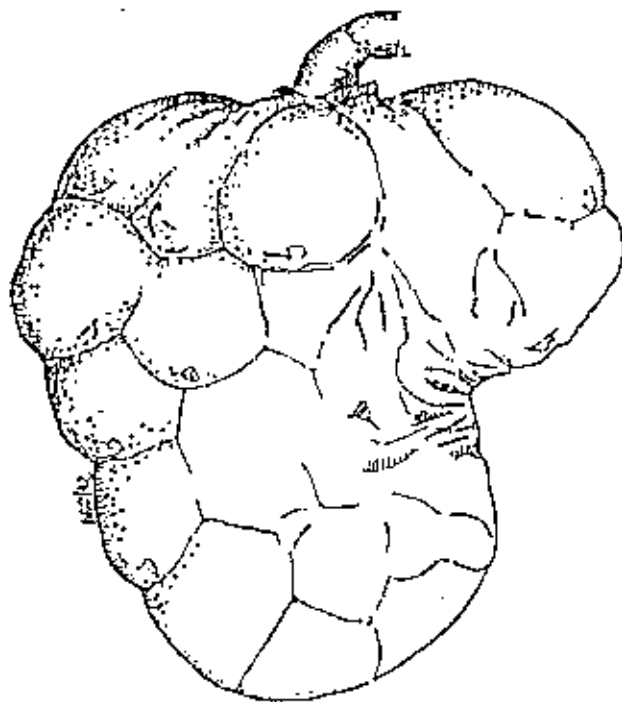
1. Utilizar polen lo más fresco posible al momento de llevar a cabo la polinización manual, de preferencia que no tenga mas de 12 horas de recolectado para así tener la seguridad de que se está aplicando un polen con buena viabilidad.
2. Si se desea llevar a cabo un polinización manual con polen recolectado el día anterior se debe determinar las condiciones más adecuadas de almacenamiento, en la zona, que aseguren la viabilidad del polen.
3. En vista de que se requiere la existencia de flores en estado masculino para la obtención de polen fresco se puede escalonar la poda de inducción floral con el objeto de aprovechar la secuencia rítmica de floración que tiene la atemoya y que se sabe no esta gobernada por factores ambientales, y así asegurar la expresión funcional de ambos sexos a lo largo de todo el periodo de floración.
4. Al momento de realizar la polinización manual se debe aplicar la suficiente cantidad de polen y bien distribuido sobre los pistilos, con un movimiento circular y dos veces por flor, con el propósito de asegurar una fecundación del mayor número posible de óvulos y así tener un mejor desarrollo de los frutos.
5. Se recomienda llevar a cabo un estudio a mayor escala y con objetivos económicos más detallados para determinar de forma más precisa los costos y rentabilidades del cultivo .

VII LITERATURA CITADA

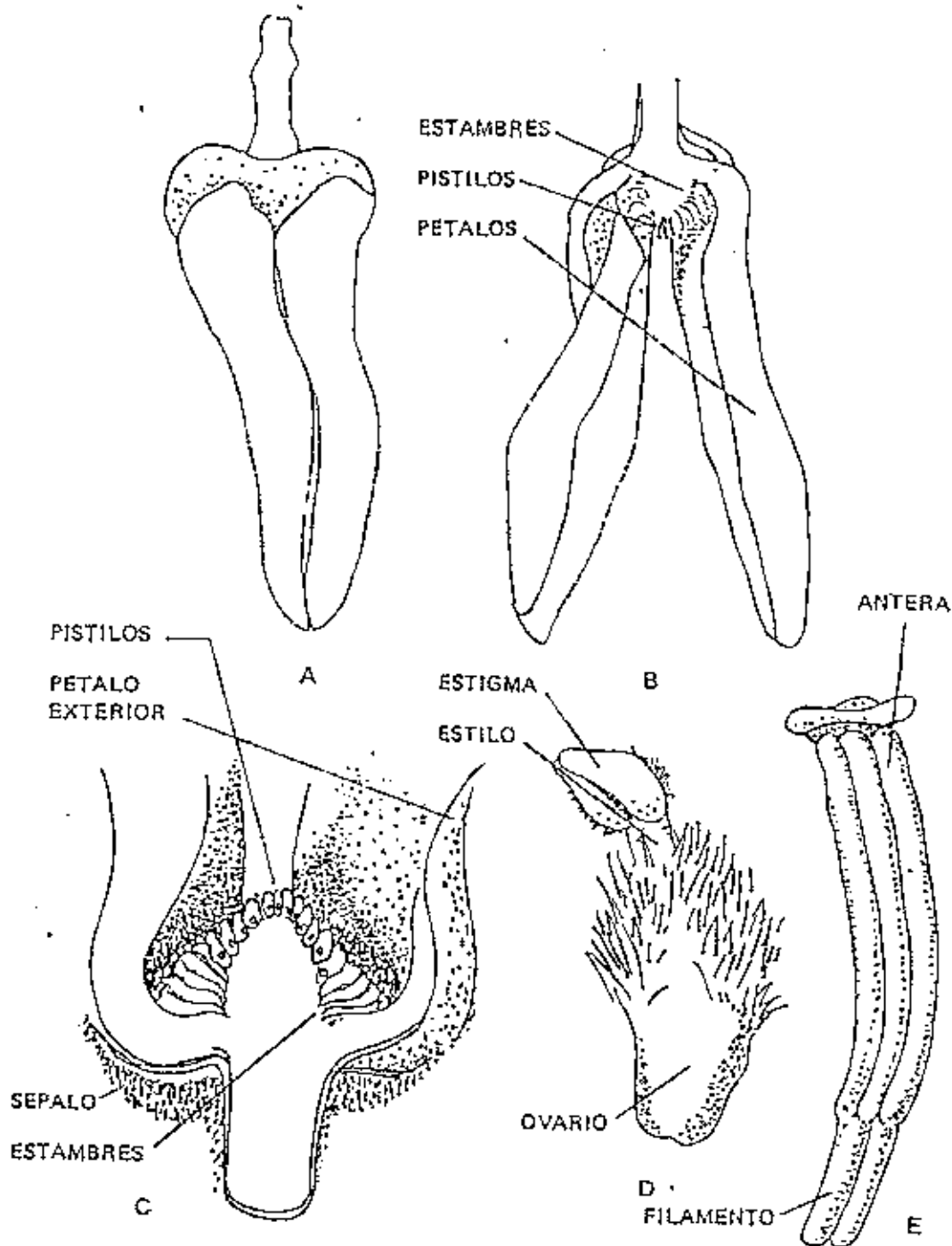
- GARDIAZABAL, F. ; ROSENBERG, G. 1993. El cultivo del chirimoyo. Valparaíso, Chile. Ediciones Universitarias. 145 p.
- GAZIT, S. 1982. The role of nitidulid beetles in natural pollination of *Annona* in Israel. Journal of the American Society for Horticultural Science. (E.E.U.U.) 107 (5) : 849 - 852.
- KAHN, T.L. ; ADAMS, C.J. ; ARPATA, M.L. 1994. Paternal and maternal effects on fruit and seed characteristics in cherimoya. Scientia Horticulturae (Amsterdam). 59 (1) : 11 - 25.
- KITAGAWA, H. ; GLUCINIA, P.G. 1987. Persimon culture in New Zeland, 2ed. Wellington, Nueva Zelanda. New Zeland Department of Scientific and Industrial research. p. 24.
- RONNIG, C.M. ; SCHNELL, R.J. ; GAZIT, S. 1995 Using randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) markers to identify annona cultivars. Journal of the American Society of Horticultural Science (E.E.U.U.) 102 (5) : 726 - 729.
- ROSELL, P; GALAN, V. 1995. Notes on rhythms observed in the duration of the flower anthesis throughout flowering in cherimoya on the island of Tenerife. Fruits (Paris). 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 (E.E.U.U.) 12 (2) : 117 - 118.
- SCHROEDER, C.A. 1941. Hand pollination effects in the cherimoya. Avocado Society Yearbook. (Calif.) diciembre 1941 : 94 - 98.
- SANEWSKI, G.M. 1988. Growing custard apples. Queensland Department of Primary Industries. 86 p.
- WEAVER, R.J. 1989. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. por Agustín Contin. 6ed. México D.F. Trillas. p. 255 - 264.

VIII ANEXOS

Anexo 1. Fruto de atemoya (*Annona cherimola* x *Annona squamosa*), mal cuajado a causa de una mala polinización.



Anexo 2. Estructura y composición de la flor de atemoya (*Annona cherimola* x *Annona squamosa*) A: Flor cerrada; B: Flor abierta C: aproximación de las partes sexuales; D: Pistilos; E: Estambres.



DATOS DEL AUTOR

Nombre: Alejandro Pineda Miranda
Nacionalidad: hondureño
Fecha de nacimiento: 11 de julio de 1975
Estudios realizados :

| Fecha | Título | Institución |
|-----------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1996-1997 | Ingeniero Agrónomo | Escuela Agrícola Panamericana |
| 1993-1995 | Agrónomo | Escuela Agrícola Panamericana |
| 1988-1992 | Bachiller en ciencias y letras | Liceo Militar del Norte |