

# ZAMORANO

Escuela Agrícola Panamericana  
Departamento de Horticultura

## INCREMENTO DEL CUAJADO DE FRUTOS EN ATEMOYA (*Annona cherimola* x *Annona squamosa*) CON POLINIZACIÓN MANUAL DIRECTA POR LA MAÑANA O POR LA TARDE

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

Por:

*Pedro Pablo Rodríguez Payeras*

ZAMORANO - HONDURAS  
Diciembre - 1997

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



---

Pedro Pablo Rodríguez Payeras

Honduras, 6 de diciembre 1997.

## DEDICATORIA

A Dios, a la Virgen María y a San Juan Bosco

A mis Padres por el cariño, comprensión, apoyo y sobre todo por la confianza que depositaron en mí.

A mis hermanos y abuelitas porque siempre me exhortaron para seguir adelante.

A mi abuelito Romeo porque siempre me brindó su apoyo y quiso ver a su nieto un profesional. (Estoy seguro abuelito que junto con Dios me estas viendo y guiando cada día.)

## AGRADECIMIENTOS

A Dios , a la Virgen María y a San Juan Bosco por el amparo que me han dado

A mi Familia por el amor y aliento que he recibido durante todos estos años.

Al Dr. Odilo Duarte por brindarme sus conocimientos y consejos, no solo como un maestro sino como amigo.

Al Ing. Huete y al Dr. Pilz por brindarme su ayuda incondicional.

A las Familias Pjuan Ucles y Pagán Nuñez por el cariño brindado y por hacerme sentir como en casa.

Al Personal de Departamento de Horticultura por su ayuda y tiempo brindado.

A mis hermanos: Jonas Dobias, Sergio Leal, Wolfgang Pjuan, Juan Pagan, Roderico Méndez, Ricardo Roca, Miguel Yunez, Juan Diego Peñaherrea y Marco Portillo. Por los momentos vividos que quedaran en mi mente siempre.

A todos mis amigos y compañeros de penas y alegrías durante mi estadía en El Zamorano.

A mis amigos de Guatemala porque siempre me tuvieron presente y me dieron ánimos para continuar.

## RESUMEN

Para superar el problema de dicogamia de tipo protogineo de la atemoya se probó: polinización manual entre 6:30 y 8:30 a.m. con polen obtenido el mismo día , entre 6:30 y 8:30 a.m. con polen de flores obtenidas el día anterior , entre 4:00 y 6:00 p.m. con polen del mismo día y un testigo con polinización natural. El porcentaje de frutos logrados con la polinización vespertina con polen fresco resultó en 46.58% , superando estadísticamente al 20.18 % de la polinización matutina con polen fresco , que a su vez superó el 13.79% de la polinización matutina con polen de flores obtenidas el día anterior. Todos superaron al 4.91% del testigo. Este mismo orden y diferencia significativa se dio para peso de frutos que fue de : 186.10 g , 97.28g , 88.43g y 33.05g ; y para número de semillas por fruto : 20.50, 13.75, 10.25 y 3.00. Para altura y diámetro del fruto se dio la misma tendencia numérica pero sin diferencia significativa entre tratamientos , pero todos superaron estadísticamente al testigo. Para el porcentaje de frutos simétricos la diferencia no fue tan marcada y sólo el tratamiento vespertino superó significativamente al testigo.

## CONTENIDO

PORTADILLA.....	i
DERECHOS DE AUTOR.....	ii
PAGINA DE FIRMAS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 Generalidades.....	2
2.2 Problemas de cuajado y malformación del fruto.....	3
2.3 Polinización manual.....	5
2.3.1 Tipos de polinización.....	5
2.3.2 Polinización manual en atemoya.....	6
III. MATERIALES Y METODOS.....	8
3.1 Localización del estudio.....	8
3.2 Clima.....	8
3.3 Plantas.....	9
3.4 Tratamientos.....	9
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
V. CONCLUSIONES.....	17
VI. RECOMENDACIONES.....	18
VII. BIBLIOGRAFIA.....	19
VIII. ANEXOS.....	21

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Porcentaje de cuajado de atemoya 'Gefner' con diferentes tratamientos de polinización manual en El Zamorano, 1997.....	13
Cuadro 2. Peso promedio de los frutos de atemoya 'Gefner' con diferentes tratamientos de polinización manual en El Zamorano 1997.....	14
Cuadro 3. Altura y diámetro de frutos de atemoya 'Gefner' con diferentes tratamientos de polinización manual en El Zamorano, 1997.....	14
Cuadro 4. Número de semillas por fruto de atemoya 'Gefner' con diferentes tratamientos de polinización manual en El Zamorano, 1997.....	16
Cuadro 5. Simetría de frutos de atemoya 'Gefner' con diferentes tratamientos de polinización manual en El Zamorano, 1997.....	16

BIBLIOTECA WILSON POTERON  
 ESCUELA AGROCOLA PANAMERICANA  
 APARTADO 83  
 TEGUCIGALPA HONDURAS

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico # 1 Temperaturas máxima, mínima y promedio para los meses de enero a septiembre en El Zamorano (°C) .....	8
Gráfico # 2 Precipitación de los meses de enero a septiembre de 1997 en El Zamorano, ( mm ) .....	9

## INDICE DE ANEXOS

Anexo # 1	Flor en día 0 .....	22
Anexo # 2	Flor en estado femenino ( día 1 ) .....	22
Anexo # 3	Flor en estado masculino ( día 2 ) .....	23
Anexo #4	Recolección de polen de flores en día 2 .....	23
Anexo #5	Aplicación de polen a flores en día 1 .....	24

## I. INTRODUCCION

En 1908 Wester del U.S.D.A en Miami, logró un híbrido entre chirimoya (*Ammona cherimola*) y anón (*Ammona squamosa*), que es la atemoya. Este híbrido permite producir en el trópico una fruta muy similar a la chirimoya, ya que ésta sólo se produce bien en climas subtropicales o alturas medias de los trópicos.

El principal problema en la producción de atemoya es el cuajado de sus frutos y esto se debe a varios factores, pero el que más afecta es su biología floral, ya que la atemoya como todas las Ammonaceas tienen una flor hermafrodita pero fisiológicamente protoginia, en donde la misma flor primero es femenina y luego masculina, por lo que al momento de liberar el polen los estigmas ya no son receptivos; a esto también hay que agregar que la polinización cruzada casi no se da, debido a que las flores verdes no son atractivas para los insectos y que la flor en estado femenino tiene los pétalos casi cerrados. La poca polinización entomófila que se ha encontrado es por parte de un coleóptero de la familia *Nitidulidae*, pero se necesitan de siete a nueve insectos por flor para que haya una buena polinización, por lo que esta no es muy factible. Otro problema que también afecta el cuajado es la humedad relativa ya que si ésta baja de 75%, aunque la temperatura sea favorable, las flores y el polen sufren deshidratación y por ende no hay cuajado.

Por todo lo mencionado anteriormente bajo condiciones normales del trópico no se puede tener un rendimiento económicamente aceptable, por lo que una posibilidad de aprovechar este frutal, que por sus características organolépticas gozaría de un buen mercado, es la polinización artificial, la cual ya es empleada en otros países y que además de incrementar los rendimientos significativamente, también se traduce en frutos mas grandes y mejor formados o sea de mejor apariencia.

La polinización manual se puede hacer de diferentes formas y métodos pero en este estudio únicamente se utilizó polen puro porque ya se había comprobado que era mejor para las condiciones de El Zamorano. El objetivo del estudio fue únicamente determinar si era mejor hacer la polinización en horas de la mañana o por la tarde y compararla con el testigo, sin polinización artificial, se estudiaron además los resultados de utilizar polen puro obtenido el día anterior a la polinización y se hizo un estudio preliminar de rentabilidad para determinar la factibilidad económica de esta practica.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 GENERALIDADES

En esta revisión la mayoría de literatura citada se referirá a chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) debido a que existe una mayor cantidad de estudios realizados y que tienen una estrecha relación con atemoya. Según Roming; Schnell y Gazit (1995) la identidad entre dos cultivares de chirimoya y tres de atemoya tiene un rango entre 34.8% y 41.36%.

En 1908 Wester del U.S.D.A., Miami, obtuvo un híbrido entre chirimoya (*Annona cherimola*) y anón (*Annona squamosa*) que se conoce como atemoya (Sanewski, 1988).

La atemoya pertenece a la familia de las Annonaceas, es un árbol pequeño que puede alcanzar una altura máxima de 10 m, posee un sistema radicular superficial pero bastante ramificado. El tallo es cilíndrico con una corteza lisa de color grisáceo, tiene hojas alternas que son frecuentemente variables en su forma sobre el mismo árbol, pudiendo ser ovadas a elípticas o lanceoladas, las cuales se renuevan cada año por lo que se dice que es semicaducifolio. La longitud de las hojas puede ser de 10-20 cm y el ancho 4-8 cm. El fruto es agregado con forma cónica ovada, la superficie es lisa o con protuberancias. El peso promedio del fruto es de 225-240g. El fruto alcanza a madurar de 5 a 6 meses después de floración en climas tropicales, mientras que en climas templados tarda 8 meses pero también se obtiene un mayor peso de 225-450g. Al momento de la maduración el color del fruto cambia de verde a verde claro o verde amarillento dependiendo del cultivar. La pulpa es blanca, de consistencia semi-dura y dulce al madurar. Un fruto puede tener de 10-40 semillas de color café oscuro o negras. Los frutos con varias semillas son más grandes y más simétricos que los que poseen pocas semillas (Campbell, 1994).

Las flores son de color verde amarillento, con un largo de 3-4 cm y son producidas en ramillas desarrolladas en la misma temporada de crecimiento vegetativo o bien surgen solitarias o en grupos directamente sobre la madera mas vieja (Campbell, 1994). Son hermafroditas, poco aparentes, aromáticas y colgantes. El cáliz está formado por tres sépalos pequeños y unidos, de color café verdoso y de forma triangular. La corola esta formada por seis pétalos unidos en las base, de los cuales tres están atrofiados, los pétalos son carnosos y gruesos de forma piramidal alargada, estos se insertan en el tálamo el cual contiene los estambres y pistilos que tienen un ovario supero y que al crecer juntos forman el fruto agregado. Las flores presentan dicogamia protoginea, es decir que primero entran en estado femenino y luego en masculino (Gardiazábal y Rosenberg 1993). Esto significa que el día de la apertura la flor tiene los estigmas receptivos y está en la fase femenina, mientras que al día siguiente los estambres empiezan a emitir polen pero ya los estigmas no están receptivos, lo que se traduce a un cuajado muy bajo normalmente.

Respecto a la ecología de la atemoya según Campbell (1994), ésta tiene una gama amplia de adaptación desde lugares bajos en el trópico hasta lugares fríos en el subtropico. Sanewski (1988) menciona que para un óptimo crecimiento las temperaturas tienen que oscilar entre 13-20° C como mínimo y 22-32° C como máximo.

La atemoya crece bien en suelos pobres si se le da la fertilización apropiada, pero los suelos óptimos son los franco-arenosos, con bastante materia orgánica, un pH entre 6 y 7.5 y con buen drenaje ( Campbell, 1994 ).

Los insectos que mas daño causan a la atemoya en los trópicos son dos barrenadores. Una avispa *Bephratelloides spp.*, que es un perforador de la semilla y el lepidoptero *Cerconota amonella* Sepp que es un perforador del fruto, además también la atacan los coqueos y la mosca de la fruta.

## 2.2 Problemas de cuajado y malformación del fruto.

Según Sanewski (1988) el bajo porcentaje de cuajado y una malformación de los frutos es el principal problema que presenta la atemoya, lo que se le atribuye a una mala polinización. Esto concuerda con Gardiábal y Rosenberg (1993) quienes dicen que hasta un 60% de los óvulos no pueden llegar a desarrollarse bien por problemas de polinización, haciendo que el fruto se desarrolle en forma asimétrica debido a que las paredes carpelares solo incrementan su tamaño cuando el óvulo ha cuajado.

La importancia de la polinización se basa en que únicamente los óvulos fecundados desarrollan semillas, que en su proceso de desarrollo liberan auxinas las cuales estimulan el crecimiento del carpelo. Por lo que cuando el porcentaje de polinización es bajo algunos óvulos no son fertilizados y solo se desarrolla la semilla en algunos de los carpelos, lo que produce la malformación de los frutos (Sanewski, 1988).

La baja polinización es debida principalmente a tres factores:

- a) Condiciones climáticas adversas
- b) La baja polinización entomofila
- c) La fisiología de la flor.

a) En condiciones climáticas donde la humedad relativa es demasiado alta, mayor del 95%, se reduce la polinización. Igualmente cuando la humedad es baja, menor de 60% ocurre una pérdida de flores además que los estigmas pierden la adhesividad. La humedad relativa y temperatura óptimas para que exista una buena formación del fruto son de 80% y de 27 °C de temperatura diurna ( Sanewski, 1988 ). Esto tiene relación con lo mencionado por Campbell (1994), quien dice que en Florida se ha observado que las plantaciones que están cerca de grandes masas de agua tienen un mayor porcentaje de cuajado que las demás.

También tiene relación con lo que mencionan Sarsola (1960) y Farré (1976), citados por Gardiazábal y Rosenberg (1993), quienes dicen que en áreas con clima relativamente frío y húmedo los estigmas pueden permanecer receptivos hasta que la flor pase a su estado masculino y libere el polen.

b) La polinización entomofila es baja debido principalmente a que la flor en estado femenino tiene ligeramente abiertos sus pétalos lo que hace imposible la entrada de muchos insectos, a esto también hay que agregar que a pesar de que la flor de atemoya desprende un olor agradable no es atractiva para los insectos debido a su color verde amarillento (Sanewski, 1988).

Gazit (1982) y Podoler (1984 y 1985) citados por Gardiazábal y Rosenberg (1993), determinaron que en Galilea las atemoyas tienen una buena polinización natural, debido a la presencia de coleópteros de la familia *Nitidulidae*. Esto también concuerda con un estudio realizado por Nagel, Peña y Habeck (1989). Lo que hace que los *Nitidulidae* sean los principales polinizadores es que tienen una superficie externa cubierta de vellosidades que hace que se retenga el polen y pueda ser transportado a una flor en estado femenino (Gazit, 1982). Podoler (1984 y 1985) citado por Gardiazábal y Rosenberg (1993), en Israel, comprobó que en la mayoría de los casos la presencia de un sólo coleóptero en la flor ocasionaba frutos malformados. Sanewski (1988) menciona que se necesita de dos a tres coleópteros por flor para que pueda haber una buena polinización y por ende una buena formación del fruto.

c) Las flores de la atemoya son hermafroditas, presentando un problema de dicogamia (Shroeder, 1941; Chandler, 1964; De la Rocha 1967; citados por Gardiazábal y Rosenberg, 1993).

La dicogamia es un fenómeno que consiste en que no maduran al mismo tiempo los estambres y los pistilos de la misma flor, por lo que se reduce su capacidad de autofecundación. La dicogamia que presentan las flores de atemoya es de tipo protoginia esto quiere decir que es el órgano femenino el primero en estar maduro, o sea receptivo para el polen, pero el órgano masculino en ese momento aún tiene el polen inmaduro (Gardiazábal y Rosenberg 1993).

Según Blumenfeld (1975), citado por Gardiazábal y Rosenberg (1993), el día en que la flor va a entrar en su estado femenino, los pétalos empiezan a separarse por la mañana y por la tarde ya presentan una separación más notoria, considerándose aquí el inicio del estado femenino. En este período los estigmas son receptivos al polen y presentan una coloración blanca y están brillantes, pero también en este período las anteras aún no producen polen, sino hasta 26 horas después de iniciado este período que es cuando se inicia el estado masculino, aquí los pétalos presentan una mayor abertura, los anillos de los estambres cambian de un color blanco a crema y las anteras se separan unas de otras emitiendo polen por sus suturas; Pero ya en ese momento los estigmas están marchitos y no pueden ser fecundados. (Farré, 1976) citado por Gardiazábal y Rosenberg (1993), no concuerda con esto, ya que él afirma que sí puede haber coincidencia en ambas fases por lo que sí puede

haber autofecundación, pero esto seguramente ocurre en ciertos lugares con condiciones de clima muy específicas.

A pesar de que en valle de El Zamorano las condiciones climáticas no son del todo desfavorables para que se lleve a cabo la polinización, pues es frecuente la polinización natural, el comportamiento fisiológico de las flores de atemoya es similar al descrito anteriormente y la población de coleópteros de la familia *Nitidulidae* es limitada, por lo que se hace necesario el uso de polinización manual, pues la natural es bastante baja.

### 2.3 POLINIZACION MANUAL

Según Schroeder ( 1941 ), citado por Gardiazabal y Rosenberg (1993), la polinización manual en anonas empezó a principios de siglo, cuando Wester en 1910, en Florida hizo la primera polinización manual o dirigida en chirimoya. Debido a la protoginia, se tenía que obtener polen de flores ya abiertas y depositarlo manualmente a flores que apenas iniciaban la separación de sus pétalos y que tenían los estigmas brillantes; esta técnica demostró que además de obtener una mayor producción, los frutos resultaron de una forma mas simétrica ( Wester, 1910; Ahmed, 1936; Schroeder, 1943; Schwarzeanberg, 1946; Saavedra, 1979; Pavez, 1985; Sainte Marie, 1987) todos citados por Gardiazábal y Rosenberg (1993). A pesar de que estos estudios se realizaron a principios de siglo no fue sino hasta finales de los 70's y principios de los 80's que esta técnica se empezó a utilizar en los huertos de producción de anonas, donde según Sanewski (1988), se puede llegar a polinizar hasta 150 flores por hora con un porcentaje de cuajado arriba del 50%.

De acuerdo con Campbell (1994) la mejor época para realizar la polinización en Florida es de abril a junio, mientras que Sanewski (1988) menciona que la mejor época para realizar la polinización en el hemisferio sur es de noviembre a marzo. En El Zamorano las polinizaciones se hicieron entre los últimos días de marzo hasta los últimos días de junio.

#### 2.3.1 Tipos de polinización manual.

Schroeder en 1941 desarrolló el método estándar que consiste en recolectar en horas de la tarde las flores que aún no han entrado o que están empezando a entrar en su estado femenino y colocarlas separadamente en bolsas de papel de modo que haya una buena circulación de aire. Las bolsas deben de tener una toalla húmeda con el fin de que las flores no pierdan humedad. Por la mañana del día siguiente cuando los pétalos de la flor se hayan extendido y las anteras cambiando de un color blanco a castaño, se sacuden para lograr el desprendimiento del polen el cual es recolectado en un recipiente pequeño y ligeramente tapado con un pedazo de papel. Posteriormente se procede a la polinización, para lo cual se selecciona flores en estado femenino, a las que se les separan los pétalos y se les pasa un pincel suave con polen en forma circular o también se puede utilizar un espolvoreador con bomba de aire.

Sanewski (1988) menciona otra técnica de polinización, que consiste en recolectar en un recipiente el polen de flores que tengan los pétalos completamente abiertos, es decir en su estado masculino y colocarlo en flores que tengan los estigmas receptivos. Esta técnica algunas veces es muy conveniente, pero existe cierta dificultad de encontrar flores en estado femenino. Sobre esta técnica Gardizábal y Rosenberg (1993) mencionan que la recolección de polen se efectúa en el momento en que los pétalos están completamente abiertos y los estambres están dehiscentes. A cada una de las flores se les arrancan los pétalos quedando adheridos en la base de ellos los estambres, los cuales caen junto con el polen en un recipiente al momento de ser sacudidos.

Sanewski (1988) sugiere que debido a la baja cantidad de polen que se puede recolectar este puede ser diluido con materia inerte o con esporas de *Lycopodium* de manera de que se puedan polinizar hasta 50 a 60 flores con polen de 20 flores en estado masculino. Gardizábal y Rosenberg (1993) también mencionan que se puede hacer una mezcla pero que esta tiene que tener la suficiente cantidad de polen viable de manera que no reduzca el porcentaje de frutos cuajados.

La técnica más reciente es la del uso de reguladores de crecimiento, sin embargo con esta no se han obtenido los resultados esperados, por lo que no se ha implementado su uso comercialmente.

Según Saavedra y Campbell (1979) citados por Kanth et al. (1994), la atemoya puede desarrollarse bien sin necesidad de polinización natural o manual. Un estudio realizado por estos autores muestra que aspersiones con ácido giberélico inducen eficientemente el cuajado de frutos partenocárpico. Sobre el uso de hormonas también menciona Weaver (1990), que se puede inducir al cuajado de frutos con el uso de auxinas y giberelinas siendo más eficientes las giberelinas. Esto no concuerda con el estudio realizado por Pineda (1996) quien usando ácido giberélico a 100 ppm no obtuvo buenos resultados.

### 2.3.2 Polinización manual en atemoya

Pineda (1996) probó en El Zamorano la polinización manual con: polen recolectado el mismo día, polen recolectado el día anterior, polen recolectado el día anterior diluido en leche en polvo descremada y con la aplicación de ácido giberélico a 100 ppm. No obtuvo respuesta con polen recolectado el día anterior diluido en leche en polvo descremada, ni con la aplicación de ácido giberélico. Sin embargo, sí encontró diferencia significativa entre el cuajado de frutos con polen del mismo día y con polen del día anterior, con 47.5% y 2.77% respectivamente, asimismo observó que el peso promedio de los frutos, su altura y diámetro aumentó más de 200% en relación a los frutos obtenidos con polen del día anterior. El número de óvulos que formaron semilla de igual forma aumentó significativamente a favor del polen del mismo día, resultando así en frutos de mayor tamaño y mejor simetría que los frutos cuajados con polen del día anterior.

En Australia, Sanewski (1988) menciona que la polinización manual se debe hacer regularmente cada semana de diciembre a febrero y tratando de no polinizar muchas flores por árbol. Además indica que el polen de 20 a 30 flores en estado masculino alcanza para polinizar de 50 a 60 flores. La polinización se efectúa a las flores que están semi abiertas y con los estigmas brillosos preferiblemente entre las 3:00 y 4:00 p.m. algunas veces es necesario remover los pétalos de las flores para cerciorarse de que están listas para la polinización.

### III. MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el Departamento de Horticultura de la Escuela Agrícola Panamericana, en el valle del río Yeguaré, a 30 km. de Tegucigalpa, Honduras, a una latitud de 14°00 norte, longitud de 87°02 oeste y una altitud de 800m sobre el nivel del mar

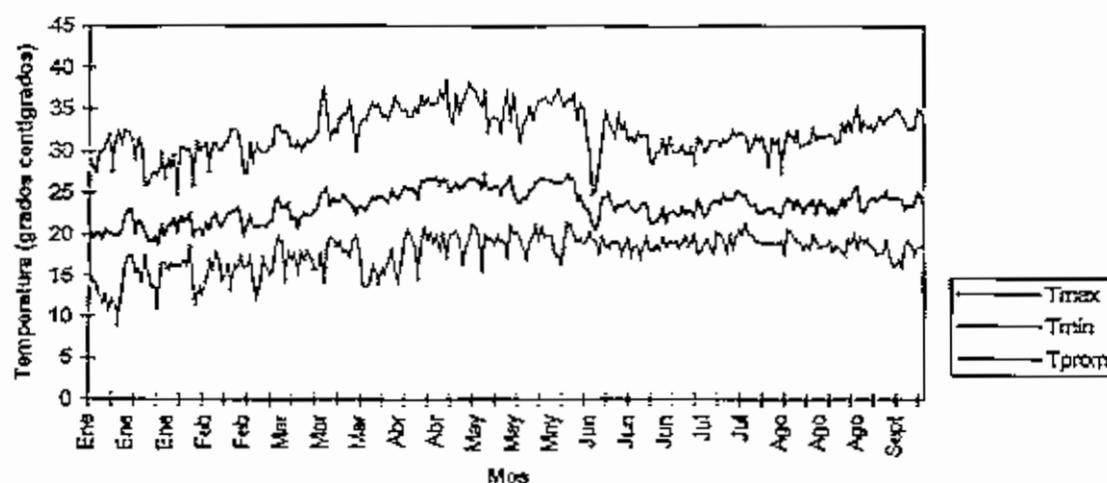
El experimento se inició el 27 de enero de 1997 realizando la poda y defoliación, la poda de despunte con el fin de que las ramas perdieran su dominancia apical y brotaran las yemas y la defoliación para ayudar a que las yemas que están cubiertas por los peciolo de las hojas quedaran descubiertas y empezaran a brotar. El experimento se terminó el 9 de octubre del mismo año cuando se realizó la última cosecha y medición de los frutos.

#### CLIMA

Durante la época de enero a septiembre se presentó una variación notable de temperatura lo cual afectó el porcentaje de cuajado. En el Gráfico 1 se presentan las temperaturas máximas, mínimas y en el gráfico 2 las precipitaciones que se presentaron en este periodo, llegando a un total de 636 mm, aunque en los meses en que se polinizó llovió muy poco.

#### Gráfica # 1

Temperaturas máxima, mínima y promedio para los meses de enero a septiembre de 1997 en El Zamorano





Los tratamientos de polinización manual fueron:

1. Entre las 6:30 y 8:30 a.m. con polen del mismo día
2. Entre las 6:30 y 8:30 a.m. con polen de flores obtenidas el día anterior
3. Entre las 4:00 y 6:00 p.m. con polen del mismo día
4. Testigo.( flores con polinización natural)

Para las polinizaciones manuales con polen del mismo día lo que se hizo fue identificar flores en estado masculino (día 2), luego sacudirlas para recolectar el polen en un recipiente de boca ancha hasta obtener la cantidad deseada, inmediatamente después se identificaron las flores receptoras o femeninas ( día 1) a las cuales se les quitó un pétalo y se le separaron los otros dos con el fin de facilitar la aplicación con el pincel y que hubiera un mayor contacto entre el polen y los estigmas, para esto también se hacía la aplicación en forma circular y se repetía de dos a tres veces dependiendo del tamaño del estigma y la adhesividad de este. Para todas las aplicaciones se utilizó un pincel número 4.

El tratamiento 2, polinización con polen de flores colectadas el día anterior, se realizó debido a que en la última época de floración ya no se encontró flores en estado masculino en horas de la mañana, entonces se procedió a recolectar flores en estado femenino (día 1) en horas de la tarde del día anterior a la polinización, las cuales fueron almacenadas en un recipiente de vidrio con un trapo húmedo encima y colocadas en un lugar fresco, todo esto para que la flor no perdiera humedad y al día siguiente se encontrara con polen viable.

Todas las flores polinizadas artificialmente fueron marcadas con etiquetas plásticas de diferente color dependiendo del tratamiento. En estas etiquetas se marcaba con un marcador indeleble la fecha y hora en la cual se realizó la polinización. La etiqueta se amarró al pedúnculo de cada flor con hilo acerado y con un amarre corredizo de modo que al momento de ir engrosando el pedunculo no fuera estrangulado

Las flores que sirvieron de testigo no fueron tratadas, únicamente se les hizo un marcado similar al de los tratamientos, pero este se hizo justo antes de que la flor abriera ( día 0)

Las variables que se midieron fueron:

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

El porcentaje de cuajado de frutos se tomó cuando el fruto alcanzó un diámetro cercano a 3.0 cm, aproximadamente a los 30 días de la polinización.

Los frutos fueron cosechados cuando se observó un cambio en su coloración de un verde azulado a un verde amarillento, en ese momento se procedió a pesarlos, tomarles el diámetro, altura y a clasificarlos en simétricos y no simétricos

Los datos que se obtuvieron fueron analizados estadísticamente utilizando el programa M-STAT, en el cual se pudo obtener un análisis de varianza (andeva), separación de medias por el método Duncan, con un nivel de significancia de 5 % .

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En el cuadro 1 se puede observar que la polinización realizada entre las 4:00 y 6:00 p.m. con polen obtenido el mismo día para las condiciones de El Zamorano fue la mejor en cuanto a porcentaje de cuajado, ya que superó estadísticamente a los demás tratamientos, esto concuerda con lo mencionado por Campbell (1991); y García del Corral (1989), citados por Gardiazábal y Rosenberg (1993), quienes mencionan que las mejores horas para hacer la polinización son al final de la tarde. Asimismo, si se compara con el estudio realizado en El Zamorano por Pineda (1996), este también obtuvo un mayor porcentaje de cuajado con polinizaciones realizadas por la tarde. Es muy probable que el mayor cuajado con polinización por la tarde se deba a que, aparte que la flor empieza su fase femenina generalmente en las tardes, las condiciones nocturnas luego de la polinización fueron más favorables para los estigmas y granos de polen, al haber menores temperaturas y humedad relativa algo mayor. En la polinización por la mañana los estigmas muchas veces ya estaban en su parte final de receptividad e independientemente de eso, tanto los estigmas como el polen se vieron expuestos a condiciones de días más calurosos y secos que las noches. En el Cuadro 1 también se observa una diferencia numérica y estadística en el porcentaje de cuajado a favor de usar polen del mismo día comparado con polen del día anterior, para las polinizaciones realizadas entre las 6:30 y 8:30 a.m. Esto no coincide con lo citado por Schroeder (1941) que menciona que se puede obtener un alto porcentaje de cuajado utilizando polen recolectado el día anterior, pero sí coincide con lo mencionado por Gazit (1982) de que el polen pierde su viabilidad a altas temperaturas y humedades bajas, las cuales se presentaron en la zona durante el experimento. En lo referente al testigo, se puede observar que todos los tratamientos lo superaron, por lo que se puede concluir que la polinización natural es muy baja y que hay muy poco o ningún un traslape en el momento en que la flor pasa de su estado femenino al masculino y esto puede que se deba a las condiciones climáticas de la zona, ya que según Farré (1976), citado por Gardiazábal y Rosenberg (1993), el traslape se dá pero únicamente en condiciones de clima muy específicas.

En el Cuadro 2 se presentan los pesos de los frutos obtenidos en los distintos tratamientos siendo el tratamiento de polinización entre las 4:00 y 6:00 p.m. con polen del mismo día el que dio mejores resultados ya que hubo una diferencia, tanto numérica como estadística, en relación a los demás tratamientos, Esto indudablemente se debe a que la polinización artificial hace que más óvulos se fecunden, lo que significa que hay más producción de semillas. Esto se traduce en un fruto más pesado y prácticamente implica que en el mejor tratamiento las flores recibieron más granos de polen viable que llegaron a contactar los estigmas y a fecundar los óvulos, mientras que en los otros tratamientos fue considerablemente menor. O sea, no sólo hubo más flores que cuajaron y se convirtieron en frutos, sino que estos alcanzaron mayor tamaño. Ambos efectos demuestran que la temperatura, humedad relativa y un polen en mejor estado o condiciones más favorables para el estigma, tienen una influencia muy grande en mejorar el cuajado y el tamaño del fruto, que su vez esta dado por el número de pistilos fecundados. Esto coincide con lo

mencionado por Richardson y Anderson (1996) quienes indican que con un polen mas viable se puede obtener un mayor porcentaje de cuajado y frutos más pesados.

Cabe mencionar que el peso promedio obtenido con la polinización por la tarde con polen fresco superó en casi el doble al segundo mejor tratamiento, que fue la polinización entre las 6:30 y 8:30 a.m. con polen del mismo día y que este último, aunque presentó una diferencia numérica frente a la polinización entre las 6:30 y 8:30 a.m. con polen del día anterior, no lo superó estadísticamente. Los tres tratamientos superaron ampliamente al testigo en peso por fruto. También esto es una indicación que el polen recién colectado es mucho mejor que el obtenido de flores cosechadas el día anterior y tiene más viabilidad. Sobre esto mencionan Gardiázbál y Rosenberg (1993) que el fruto es un sincarpio compuesto por muchos pistilos que fusionados forman una estructura y que a más óvulos fecundados mayor número de ovarios desarrollan dando un fruto más pesado.

Cuadro I. Porcentaje de cuajado de atemoya 'Gefner' con diferentes tratamientos de polinización manual en El Zamorano, 1997.

TRATAMIENTO DE POLINIZACION MANUAL	# de Flores Polinizadas	# de Frutos Cuajados	% de Frutos Cuajados	% de Frutos Obtenidos
Entre las 4:00 y 6:00 p.m. con polen del mismo día.	400	211	52.75	46.50 a*
Entre las 6:30 y 8:30 a.m. con polen del mismo día.	200	48	24	20.50 b
Entre las 6:30 y 8:30 a.m. con polen de flores obtenidas el día anterior.	200	29	14.50	13.50 c
Testigo ( polinización natural )	400	20	5.00	4.75 d

\*Tratamientos sin letras en común indican una diferencia estadística significativa al 5%, según la prueba Duncan.

Cuadro 2. Peso promedio de los frutos de atemoya 'Gefner' con diferentes tratamientos de polinización manual en El Zamorano 1997.

TRATAMIENTO DE POLINIZACION	PESO PROMEDIO DE FRUTO EN GRAMOS
Entre las 4:00 y 6:00 p.m. con polen del mismo día.	186.10 a*
Entre las 6:30 y 8:30 a.m. con del mismo día	97.28 b
Entre las 6:30 y 8:30 a.m. con polen de flores obtenidas el día anterior.	88.43 b
Testigo ( polinización natural )	33.05 c

\*Tratamientos sin letras en común indican una diferencia estadística significativa al 5% según la prueba Duncan.

Cuadro 3. Altura y diámetro de frutos de atemoya 'Gefner' con diferentes tratamientos de polinización manual en El Zamorano, 1997.

TRATAMIENTOS DE POLINIZACION	Diámetro ( cm )	Altura ( cm )
Entre las 4:00 y 6:00 p.m. con polen del mismo día.	7.80 a*	7.37 a*
Entre las 6:30 y 8:30 a.m. con polen del mismo día.	6.25 a	5.57 a
Entre las 6:30 y 8:30 a.m. con polen de flores obtenidas el día anterior.	6.10 a	5.25 a
Testigo ( polinización natural )	3.07 b	2.42 b

\* Tratamientos sin letras en común indican una diferencia estadística significativa al 5%, según la prueba Duncan.

Con respecto a las variables de altura y diámetro de los frutos también se puede observar que hay un mayor desarrollo en el tratamiento de polinización entre las 4:00 y 6:00 p.m. con polen del mismo día ( Cuadro 3 ) pero cabe mencionar que la diferencia entre los tratamientos fue únicamente numérica y no estadística a excepción del testigo al que superaron todos. Este resultado es lógico que ocurra ya que al tener los frutos más peso sus dimensiones tienen que ser mayores.

En el Cuadro 4 se puede observar que el número de semillas por fruto en el tratamiento de polinización vespertina con polen del mismo día fue el casi doble que en los frutos de polinización matutina con polen del día anterior, el doble que en los de polinización matutina con polen del mismo día y 7 veces más que en los del testigo, lo que significa nuevamente, que debido a la viabilidad del polen y a la hora de la polinización, hubieron más óvulos fecundados y por ende más ovarios se desarrollaron. Respecto a la formación de semillas, Sanewski (1988) también menciona que únicamente formarán semillas los óvulos que hayan sido fertilizados. Incluso es posible deducir que hubo una relación directa entre el número de semillas por fruto y el peso de éstos, de alrededor de 10 g de fruto por cada semilla, lo cual viene a corroborar el hecho citado por Richardson y Anderson (1996), que a más óvulos fecundados mas ovarios desarrollados, resultando frutos más grandes y pesados

En el Cuadro 5 se puede observar que se obtuvo casi el doble de porcentaje de simetría con el tratamiento de polinización vespertina con polen del mismo día, que con polinización matutina con polen del mismo día y más del doble en relación al de polinización matutina con polen del día anterior y el testigo. Sin embargo, esta diferencia a pesar de ser numéricamente grande no fue estadísticamente significativa. Cabe mencionar también que el porcentaje de simetría para todos los tratamientos fue bajo. Lo cual se puede atribuir a las altas temperaturas y bajas humedades relativas que se presentaron en esa época, causando una pérdida de adhesividad en el estigma y haciendo que no se pudieran fertilizar más óvulos. Sobre esto menciona Sanewski (1988) que únicamente los óvulos fertilizados tienen una producción de auxinas que estimula el crecimiento del carpelo, es decir que al no haber fertilización en todos los óvulos sólo se desarrollarán algunos carpelos y esto causará una deformación en el fruto reduciendo su simetría, que es lo que parece haber ocurrido en este caso. Esto lógicamente también redujo el número de semillas y peso por fruto. Incluso es factible pensar que en condiciones más favorables de clima la polinización artificial había dado más altos porcentajes de cuajado.

Cuadro 4. Número de semillas por fruto de atemoya 'Gefner' con diferentes tratamientos de polinización manual en El Zamorano, 1997.

TRATAMIENTOS DE POLINIZACION	Promedio del número de semillas por fruto.
Entre las 4:00 y 6:00 p.m. con polen del mismo día.	20.50 a*
Entre las 6:30 y 8:30 a.m. con polen del mismo día.	13.75 b
Entre las 6:30 y 8:30 a.m. con polen de flores obtenidas el día anterior.	10.25 c
Testigo ( polinización natural )	3.00 d

\* Tratamientos sin letras en común indican una diferencia estadística significativa al 5%, según la prueba Duncan.

Cuadro 5. Simetría de frutos de atemoya 'Gefner' con diferentes tratamientos de polinización manual en El Zamorano, 1997.

TRATAMIENTOS DE POLINIZACION	Porcentaje promedio de simetría
Entre las 4:00 y 6:00 p.m. con polen del mismo día.	41.00 a*
Entre las 6:30 y 8:30 a.m. con polen del mismo día	23.58 ab
Entre las 6:30 y 8:30 a.m. con polen de flores obtenidas el día anterior.	16.58 b
Testigo ( polinización natural )	7.50 b

\* Tratamientos sin letras en común indican una diferencia estadística significativa al 5%, según la prueba Duncan.

## V. CONCLUSIONES

· La polinización natural de atemoya en El Zamorano es muy baja debido a la fisiología de la flor, las condiciones climáticas y a la nula polinización entomofila, al igual que en la mayoría de lugares del mundo.

· En todos los tratamientos de polinización manual se logró obtener un número de frutos mayor que con polinización natural, por lo que se hace necesario el uso de polinización manual para un mayor rendimiento o un rendimiento económicamente interesante.

· Para las condiciones de El Zamorano el tratamiento que mejor funcionó fue el de polinización entre las 4:00 y 6:00 p.m. utilizando polen del mismo día.

· Al parecer la alta temperatura y baja humedad relativa disminuyeron la viabilidad del polen y ocasionaron la pérdida de adhesividad de los estigmas.

· Con la utilización de polen fresco se logró obtener frutos de mayor peso, con mayor número de semillas y de forma más simétrica, debido a que se logró fecundar un mayor número de óvulos.

· El uso de polinización manual es indispensable para lograr obtener rentabilidades aceptables en una plantación de atemoya bajo estas condiciones.

## VI. RECOMENDACIONES

- Hacer las polinizaciones con polen fresco y por la tarde para las condiciones de El Zamorano y atemoya "Gefner".

- Hacer la poda de inducción a floración a mediados de la época seca para que al momento de la polinización la temperatura y la humedad relativa no afecten tanto la viabilidad del polen ni causen una deshidratación en los estigmas y se logre obtener un mayor porcentaje de cuajado.

- Implementar el uso de espolvoreadores de polen y hacer una comparación contra el uso del pincel en cuanto a eficiencia de polinización y calidad de frutos obtenidos.

- Hacer pruebas con polen del día anterior almacenándolo a diferentes temperaturas.

- Cubrir los frutos con bolsas para disminuir el daño causado por barrenadores.

## VII. LITERATURA CITADA

CAMPBELL, C. 1994. Atemoya fruit facts. <http://www.crfg.org/pubs/fff/atemoya.html>

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. Sci.* ( E.E.U.U.) 107 (5) : 849 - 852.

KAHN, T.L. ; ADAMS, C.J. ; ARPAIA, M.L. 1994. Paternal and maternal effects on fruit and seed characteristics in cherimoya. *Scientia Horticultrae* ( Amsterdam). 59 (1): 11 - 25.

NAGEL, J. ; PEÑA, J.E. ; HABECK, D. 1989. Insect pollination of atemoya in Florida. *Florida Entomologist.* 72 (1) : 207 - 211.

PENEDA, 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 Horticultrae.* 65 (4): 273 - 281.

RONNING, C.M. ; SCHNELL, R.J. ; GAZIT, S. 1995 Using randomly amplified polymorphic DNA ( RAPD) markers to identify annona cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*( E.E.U.U.) 102 (5) : 726 - 729.

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

SCHROEDER, C.A. 1941. Hand pollination effects in the cherimoya. *Avocado Society Yearbook*. ( Calif. ) December 1941 : 94 - 98.

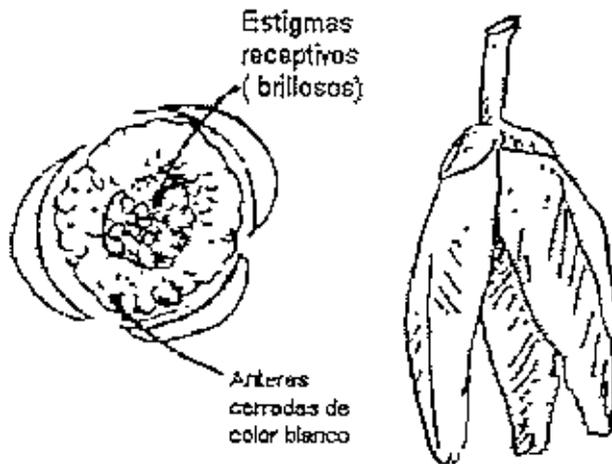
WEAVER, R.J. 1989. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. por Agustín Cotín. 6dc. Mexico D.F. Trillas. P. 225-264.

## VIII. ANEXOS

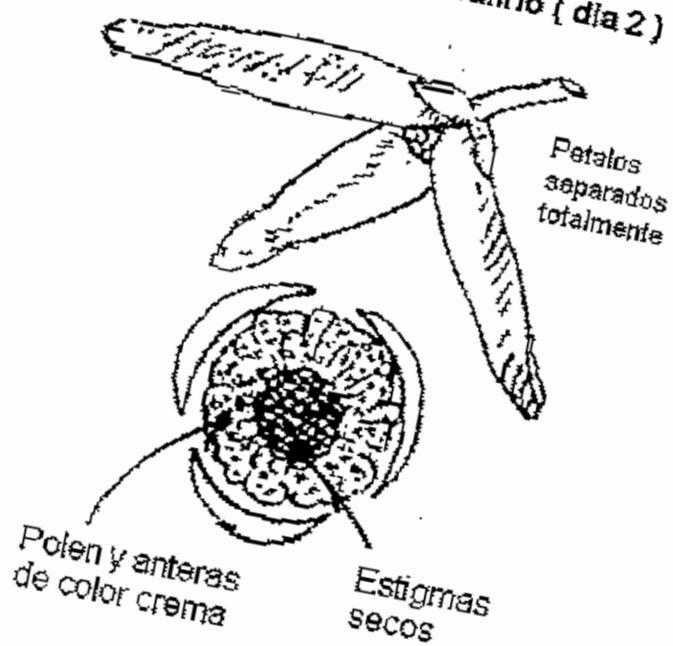
Flor en día 0



Flor en estado femenino (día 1)

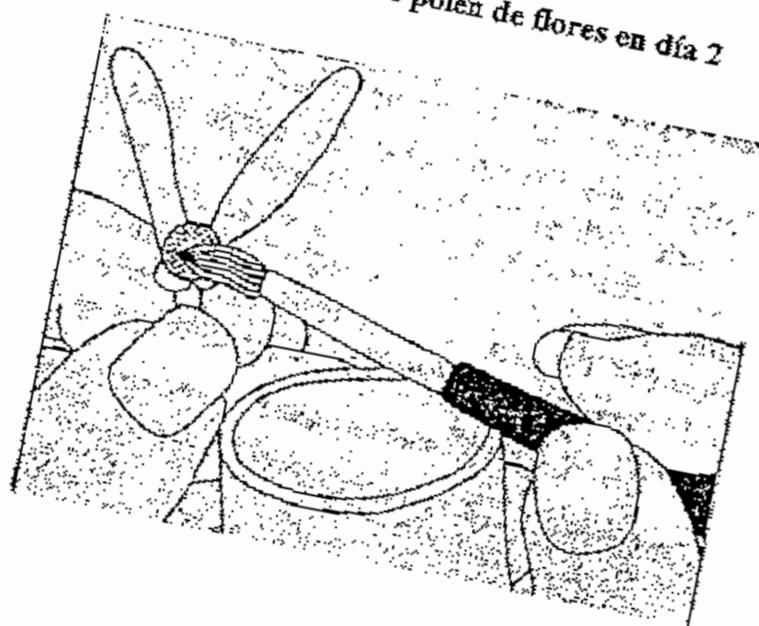


### Flor en estado masculino ( día 2 )



BIBLIOTECA WILSON POPEROS  
 ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
 APARTADO 28  
 TEGUCIGALPA HONDURAS

### Recolección de polen de flores en día 2



Aplicación de polen a flores en día 1

