

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**MORFOLOGÍA VEGETATIVA Y REPRODUCTIVA DEL
CHIRIMOYO (*Annona cherimola* Mill.)**

POR

MARGARITA RODRÍGUEZ RIVERA

MONOGRAFÍA

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**MORFOLOGÍA VEGETATIVA Y REPRODUCTIVA DEL
CHIRIMOYO (*Annona cherimola* Mill.)**

MONOGRAFÍA

APROBADA POR

Asesor Principal Dr. Esteban Fabela Chávez

Asesor M.C. Maria de la Cruz Espíndola Barquera

Asesor Ing. Francisca Sánchez Bernal

Asesor Ing. Francisco Suárez García

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**MORFOLOGÍA VEGETATIVA Y REPRODUCTIVA DEL
CHIRIMOYO (*Annona cherimola* Mill.)**

MONOGRAFÍA

APROBADA POR:

PRESIDENTE DE JURADO


DR. ESTEBAN FABELA CHÁVEZ

COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS


ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**MORFOLOGÍA VEGETATIVA Y REPRODUCTIVA DEL
CHIRIMOYO (*Annona cherimola* Mill.)**

QUE SE SOMETE AL H. JURADO EXAMINADOR

Presidente

Dr. Esteban Fabela Chávez

Vocal

M.C. Maria de la Cruz Espíndola Barquera

Vocal

Ing. Francisca Sánchez Bernal

Vocal suplente

Ing. Francisco Suárez García

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por darme todo lo que hasta ahora he recibido y recibiré de ellos.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna

A mis maestros

A mis amigas Berenice y Maria de la Cruz por su insistencia para realizar este trabajo

A mis hijos por su cariño que me dan día a día

A mi esposo Rodolfo por su apoyo de hoy y de siempre

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Origen y distribución.....	3
2.2. Clasificación botánica.....	4
2.3. Descripción morfológica.....	6
2.3.1. Morfología vegetativa.....	6
2.3.1.1. Raíz.....	6
2.3.1.2. Tallo.....	6
2.3.1.3. Yema.....	8
2.3.1.4. Hoja.....	10
2.3.2. Morfología reproductiva.....	12
2.3.2.1. Flor.....	12
2.3.2.2. Polinización.....	20
2.3.2.3. Fruto.....	26
2.3.2.4. Semilla.....	33
2.4. Usos.....	38
III. CONSIDERACIONES FINALES.....	41
IV. BIBLIOGRAFÍA.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Página
1. Tallo del chirimoyo.....	7
2. Brotes del chirimoyo.....	9
3. Yemas reproductivas del chirimoyo.....	9
4. Poda del chirimoyo.....	10
5. Haz de la hoja del chirimoyo.....	11
6. Envés de la hoja de chirimoyo.....	11
7. Flotaxia de las hojas de chirimoyo.....	11
8. Yema oculta de chirimoyo.....	12
9. Pecíolo de la hoja de chirimoyo.....	12
10. Flores solitarias en chirimoyo.....	12
11. Inflorescencias en chirimoyo.....	13
12. Morfología de la flor de chirimoyo.....	13
13. Pistilo de la flor de chirimoyo.....	14
14. Estambres de la flor de chirimoyo.....	15
15. Yemas florales de chirimoyo en desarrollo.....	16
16. Flor de chirimoyo en estado prehembra.....	16
17. Flores de chirimoyo en estado hembra.....	17
18. Flor de chirimoyo en estado macho.....	18
19. Inflorescencia terminal de chirimoyo.....	19
20. Escarabajos <i>Nitidulae</i>	21
21. Insecto del género <i>Orius</i>	22
22. Polinización manual de chirimoyo.....	23
23. Frutos deformes de chirimoyo.....	25
24 a. Morfología del fruto de chirimoyo.....	27
24 b. Morfología del fruto de chirimoyo.....	28
25. Fruto impreso de chirimoyo selección "Amarilla".....	30
26. Fruto liso de chirimoya "Concha lisa".....	31
27. Fruto umbonado de chirimoyo selección "260".....	31

28. Fruto tuberculado de chirimoyo “Bronceada”	32
29. Semilla de chirimoyo.....	33
30. Tegmen de semilla de chirimoyo.....	34
31. Endospermo de semilla de chirimoyo.....	34
32. Embrión de semilla de chirimoyo.....	35

RESUMEN

El origen del chirimoyo es aún indefinido lo mismo puede ser de las tierras altas de Mesoamérica como de la región andina de Ecuador y Perú ya que en estos lugares crece en estado espontáneo formando bosques naturales.

La familia Anonáceae comprende 120 especies, la mayoría originaria de la región tropical y subtropical de América siendo las más importantes en cuanto a consumo de su fruto, la chirimoya, corazón de buey o anona colorada, guanábana y el anón.

Actualmente la chirimoya se cultiva en regiones de clima subtropical. Dentro de los países productores de chirimoya a nivel comercial se encuentran España y Chile con 3500 y 1200 ha, respectivamente, le siguen Argentina, Australia, Portugal, Egipto, Nueva Zelanda, Italia, E.U.A (California y Florida), India, Argelia, Perú, México y Colombia..

En México se cultiva a nivel comercial en los estados de Michoacán y Morelos.

En los estados de México, Jalisco, Chiapas, Puebla, Guanajuato, Hidalgo, Veracruz, Querétaro y Oaxaca se cultiva a nivel de huerto familiar o de traspatio.

El chirimoyo se caracteriza por tener un sistema radicular superficial y ramificado, el 98% de las raíces se encuentra en los primeros 40 cm de profundidad.

Su tallo es cilíndrico con corteza gruesa, lisa o con vetas de color verde grisáceo. Las ramas crecen cerca del suelo consiguiendo un aspecto frondoso, globoso y denso.

Las hojas son simples, oblongo lanceoladas con el ápice redondeado en su base, de color verde, ligeramente pubescentes en el haz y muy pubescentes por el envés; alternas y opuestas con una longitud de 10 a 25 cm.

Las yemas están ocultas por el peciolo de la hoja y poseen varios puntos de crecimiento con la posibilidad de emitir hasta 4 brotes. Las yemas pueden dar origen a brotes, flores o a flores y brotes.

La flor del chirimoyo es hermafrodita, aparece solitaria o en inflorescencias (cimmas de 1 a 4) en madera de un año o en ocasiones en el tallo en el brote de una rama nueva. El perianto se compone de 3 sépalos triangulares cortos y pubescentes y dos series de tres pétalos carnosos y triangulares, siendo los internos muy cortos. En su interior aloja los pistilos y estambres distribuidos helicoidalmente. Cada pistilo tiene un óvulo, los carpelos están separados y se unen por la base formando un gineceo sincarpico.

Por la falta de sincronía en la maduración de las estructuras reproductivas (dicogamia) es bajo el porcentaje de amarre de frutos, por lo que se hace necesaria la polinización manual o artificial para asegurar un mayor número de frutos por árbol.

El fruto es un sincarpio procedente de una flor, formado por la fusión de muchos carpelos simples constituyendo una masa sólida, cada carpelo aloja una semilla alcanzando su madurez de seis a diez meses después de la floración. El color del fruto varía entre verde claro y verde oscuro, de pulpa carnosa blanca, muy aromática y azucarada de sabor sub-ácido. Se le clasifica como fruto climatérico.

La semilla es aplanada, elíptica de color negro; recién extraída del fruto es de color café claro. La testa dura encierra al tegmen que cubre al endospermo ruminado y al embrión que es pequeño y rudimentario, por lo que promueve r germinación irregular.

El chirimoyo puede ser utilizado en la elaboración y de insecticidas; farmacéuticamente posee propiedades medicinales; en la dieta diaria se consume como postres (pasteles, licuados, refrescos, nieve o simplemente sola y con sal. Su madera es fuerte y flexible de tal forma que es usada en la construcción de viviendas y artesanías.

I INTRODUCCIÓN

La familia de las anonáceas esta conformada por 75 géneros, ampliamente distribuidos en las regiones tropicales del mundo (Nakasone y Paull, 1998). Algunas de sus especies o géneros son cultivadas como ornamentales y otras son apreciadas por la delicadeza y sabor de sus frutos. El género *Annona* es el más importante y agrupa alrededor de 100 especies. Únicamente siete de ellas y un híbrido son cultivadas a nivel comercial: chirimoya (*Annona cherimola* Mill.), guanábana (*A. muricata* L.), saramuyo (*A. squamosa* L.), ilama (*A. diversifolia* Saff.), anona (*A. reticulata* L.) y atemoaya (*A. cherimola* x *A. squamosa*), son las mas conocidas y apreciadas (Gardiazabal y Rosenberg, 1993). El chirimoyo es la única especie frutal de esta familia que tiene su origen en zonas subtropicales de la cordillera de los Andes (Andrés y Rebolgar, 1996).

La chirimoya es una fruta muy apreciada por norteamericanos, japoneses y europeos por su sabor y delicadeza. Esta característica ha originado la creación de apelativos tales como “La chirimoya es la obra maestra de la naturaleza”, “Perla de los Andes”, y “Amor a la primer mordida”. A nivel mundial, España es el principal productor de chirimoyas, dedica una superficie de 3500 ha, le sigue Chile con 1200 ha y países como Estados Unidos, Nueva Zelanda, Bolivia, Perú y Australia (Van Damme *et al.*, 2000).

En América sobresale Chile en la producción de chirimoyas tanto para el consumo interno, como para la exportación. Las plantaciones más importantes se localizan en dos regiones. La primera región comprende las localidades de La Ligua, La Cruz y Quillota, las cuales abarcan alrededor del 60% de la superficie nacional, y la segunda región importante se ha establecido en la Serena y Coquimbo (Undurraga, 1989).

Por otra parte, la demanda de la chirimoya y otras anonáceas en el mercado internacional ha generado el inicio de nuevas plantaciones comerciales en distintas partes del mundo, y México no es la excepción (Andrés, 1999). En México, el chirimoyo se distribuye en el Estado de México, Michoacán, Morelos, Hidalgo, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Chiapas, Veracruz y Jalisco. Para el año de 1982 se estimaba una superficie de 1200 ha con una producción total de 5 612 ton. (D.G.E.A., 1983). Se cultiva a nivel de huertos familiares o los frutos se recolectan de árboles silvestres; debido a la falta de manejo la gran mayoría de los árboles

presentan pocos frutos y numerosas plagas y enfermedades que determinan la calidad de los mismos (Andrés, 1999).

De acuerdo con Luis (1996), las estadísticas de la SARH en el periodo 1991-1994 ubican a Michoacán como el único productor comercial de chirimoya a nivel Nacional, en el periodo 1989 a 1990 se incluía al Estado de México con 2 ha; en 1994 se registraron 79 ha plantadas con rendimiento promedio de 3.1 ton ha⁻¹ con un volumen total de 245 t. En el estado de Michoacán sólo se señala una huerta comercial de chirimoyo de aproximadamente 20 ha ubicada en el municipio de Tingambato, donde los árboles están intercalados con aguacate, naranjo y macadamia.

En los estados de México, Michoacán y Morelos, se ha iniciado a cultivar el chirimoyo a nivel comercial; sin embargo, debido a la falta de información se ha tenido problemas en distintos aspectos del manejo del cultivo (Andrés, 1999).

En México, al igual que en otros países de habla hispana, el nombre común para designar esta especie es chirimoyo, aunque también tiene denominaciones en diferentes dialectos como el Maya (Ek'mul, Oop y Poox), Nahuatl (Cuauhtzapotl y Matzapotl), Cuicatileca (E'budi), Zoque (Pacaquiati, Yati) y Purepecha (Uruata) (Nava, 1997).

La calidad de la chirimoya esta condicionada por sus características externas de acuerdo con el cultivar, forma, tamaño y grado de maduración; e internas, por el contenido de azúcares, vitaminas, carbohidratos, aminoácidos y las apreciadas por los sentidos como olor, sabor, color y textura de la pulpa (Gastón, 1994).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen y distribución

La familia Annonaceae es antigua y parece tener su origen en América. Esta familia incluye géneros y especies de hábitats tropicales y subtropicales, lo que limita su expansión territorial a áreas geográficas de características diferentes (George y Nissen, 1993).

El origen de la chirimoya (*A. cherimola* Mill.) es claramente americano. La localización del área de origen no se ha precisado con exactitud. León (1987) señala que el área de origen de *A. cherimola* es aun indefinido, que lo mismo puede ser de las tierras altas de Mesoamérica, que de la región andina de Ecuador. La evidencia biológica a favor de la segunda región esta basada en que crece en estado espontáneo formando bosques naturales en los Andes. Chandler (1962) sugiere que es originaria de las altiplanicies de Ecuador y Perú donde crece a alturas de 1,500 y 2,200 m.

Los datos arqueológicos son muy escasos e inseguros y parecen indicar a América del Sur como área de origen mientras que la evidencia histórica se inclina por Mesoamérica (León, 1987).

Se menciona que fue dispersada hacia Centro y Mesoamérica por los antiguos moradores del continente y que se ha cultivado desde épocas prehistóricas en la región que va desde México a Perú (Ochse *et al.*, 1972).

Durante la conquista los españoles la llevaron a España y otras colonias. Más tarde a Portugal, Israel, Nueva Zelanda, Estados Unidos y el resto de países mediterráneos (Van Damme *et al.*, 2000).

Esta especie fue introducida a la Florida (E.U.A.) por el Dr. H. Perrine en 1833. Con las migraciones y la guerra civil, algunos agricultores dispersaron las semillas en zonas mas templadas como Washington, Oregon y California. En 1966, Mark Twain registro la presencia de esta fruta en Honolulu, haciendo referencias a su agradable aroma (Schroeder, 1997).

El chirimoyo se cultiva comercialmente en España (provincias de Granada, Malaga e islas Canarias), Chile, Argentina, Portugal (islas Madeira), Egipto, Australia, Nueva Zelanda, Italia, E.U.A. (California y Florida), India, Indochina, Argelia, Perú, México y Colombia (Vidal, 1994).

Los países con mayor producción son España y Chile. En España se cultiva una superficie de 1800 ha; situadas casi en su totalidad en la costa de Granada (Farré y Hermoso, 1986). En Chile, la superficie cultivada fue de 785 ha en el año 1985 donde se incrementaron los rendimientos de 4 ton ha⁻¹ a 8 a 10 ton ha⁻¹, este incremento se debió principalmente a la incorporación de técnicas de manejo que permitieron aumentar la densidad de plantación, la polinización, la fertilización y el riego (Undurraga, 1989).

En México la chirimoya se encuentra semicultivada en huertos de traspatio principalmente en los estados de Morelos, México, Jalisco, Chiapas, Puebla, Guanajuato, Michoacán, Hidalgo y Veracruz, cuya superficie se estima en 500 ha (Andrés, 1999).

En los estados de Michoacán y Morelos, además de los huertos de traspatio, recientemente se ha iniciado su cultivo comercial con 17 hectáreas localizadas en Michoacán y 3 ha en Morelos (Andrés, 1999). La producción comercial esta basada con selecciones regionales y cultivares, destinándose la producción principalmente para el mercado regional y con el envío de algunas pruebas del producto al mercado japonés.

2.2. Clasificación botánica

Según Lucas (1964), Sánchez (1979) e Ibar (1979), la clasificación botánica de la chirimoya es la siguiente:

- Reino: Vegetal
- Subreino: Embriophyta
- División: Spermatophyta
- Subdivisión: Angiospermae
- Clase: Dicotyledoneae
- Orden: Ranales
- Suborden: Magnoliales
- Familia: Annonaceae
- Género: Annona

Especie: cherimola

Nombre científico: Annona cherimola Mill.

Nombre común: Cherimoya, anona, chirimoya, cherimolla, cherimolier, cherimoyabaum y uruata.

El género *Annona*, cuyo nombre deriva probablemente del latín *Annona* (producción anual), le da la nominación a las Anonáceas, una familia dicotiledónea bastante primitiva que incluye a más de 40 géneros (Schröder, 1956).

De acuerdo con Cañizares (1966), solamente 4 géneros de la familia contienen especies de importancia frutícola, estas son: *Annona*, *Rollinia*, *Uvaria* y *Asimina*.

Escobar (1981) indicó que en México se documenta la existencia de doce especies indígenas o muy antiguamente naturalizadas, estas son: *A. cherimola*, *A. excelsa*, *A. glabra*, *A. globifera*, *A. involucrata*, *A. liebmanniana*, *A. longiflora*, *A. micrata*, *A. palustris*, *A. purpurea*, *A. reticulata*, y *A. squamosa*.

Schröder (1956), señala los nombre científicos y comunes de las especies más conocidas:

NOMBRE CIENTÍFICO

A. cherimola
A. cherimola x *A. squamosa*
A. diversifolia

A. montana

A. muricata
A. purpurea
A. reticulata

A. squamosa

A. cinerea
A. glabra

NOMBRE COMUN

Chirimoya
Atemoya, "Custard-apple"
llama, Lama zapote
Chirimoya de las tierras bajas.
Guanábana de las montañas
Mountain soursop
Guanábana (Soursop)
Cabeza de Negro, Soncoya
Corazón de buey (bullock's heart)
Annona colorada
Custard-apple (Las Antillas)
Anón , Sweetsop, Sugar apple
Custard-apple
Anón morado
Chirimoyo de los pantanos

2.3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

2.3.1. Morfología vegetativa

2.3.1.1. Raíz

El arraigamiento del chirimoyo es relativamente superficial formándose en algunos casos, raíces a dos o tres niveles, sin profundizar mucho. El espesor mínimo del suelo adecuado para plantar sería de 1 m en superficies planas que no presenten un sustrato impermeable que impidan un drenaje apropiado. Cabe destacar que si el hábito de arraigamiento es de tipo superficial, el desarrollo lateral es bastante considerable, reportándose en la literatura algunos casos que exceden a los 10 m (Andrés y Rebollar, 1996). El 98 % de las raíces están en los primeros 40 cm de la superficie del suelo (Martín, 1991).

En chirimoyo la capacidad morfogenética está muy reducida, sobre todo a nivel de enraizamiento, lo que provoca que su propagación vegetativa por métodos clásicos sea ineficaz y comercialmente inviable ya que no se ha logrado la inducción de raíces adventicias en estaquillas obtenidas de especímenes adultos con interés agronómico (Encina, *et al.*, 1999) Galdames (1989) citado por Gardiazabal y Rosenberg (1993) determinó que en plantas de chirimoyo "Bronceada" y "Concha Lisa" de 8 años de edad, el 98% de las raíces independientemente de la variedad se ubican en los primeros 40 cm de profundidad, mientras el 2% restante se sitúa entre los 40 y 100 cm. Las raíces forman un piso basándose en 4 a 8 raíces principales cuyo desarrollo lateral es de 1.2 a 1.7 m. A su vez, cada una de ellas ramifica en varias raíces secundarias con escasas ramillas.

Muestran además tres raíces pivotantes que penetran a mayor profundidad pero sin llegar a más de 90 cm de la superficie, raíces en las cuales no se observan ramificaciones ni raicecillas (Gardiazabal y Rosenberg, 1993).

2.3.1.2. Tallo

El chirimoyo es un árbol de 5 a 10 m de altura, con ramificaciones que inician cerca del suelo dando la apariencia de un arbusto. Su tallo se presenta cilíndrico con corteza gruesa, grisáceo verdoso (Fig. 1).



Figura 1. Tallo de chirimoyo.

Por otra parte, León (1987) menciona que el árbol del chirimoyo alcanza hasta 6 m de altura, de copa abierta. Posee un tallo ramificado, de corteza gruesa de la cual parten ramillas cilíndricas y grisáceas. Es un árbol que deja caer sus hojas durante las estaciones de otoño-invierno y vuelve a brotar en primavera (Andrés y Nieto, 1997).

Martín (1991), menciona que el tallo es cilíndrico de corteza gruesa y lisa o ligeramente vetado, de color verde grisáceo. Los entrenudos son largos de hasta 20 cm en árboles jóvenes y las ramas muy densas con tendencia a inclinarse. En general el porte del árbol es globoso y denso.

Andrés (1999) describe el porte del árbol de "Cortes 11-31" de 9 m de altura con un diámetro de la copa de aproximadamente 3 m, de forma semielíptica, de crecimiento muy corpulento y ramificado. El diámetro principal del tallo es de aproximadamente 1.60 m con dos ramas principales a la altura de 1.5 m y con abundante ramificación secundaria.

2.3.1.3. Yema

Las yemas son compuestas, es decir, cada una de ellas posee varios puntos de crecimiento que originan brotes que pueden o no ser mixtos. Cada yema compuesta tiene la posibilidad de emitir hasta cuatro o más brotes (Fig. 2), los que están en letargo, o sea, si por cualquier motivo se pierde uno, de la misma yema puede crecer un segundo o un tercero y aún un cuarto brote. En forma natural, las yemas terminales de un brote, emiten dos o tres brotes de cada yema en el momento de iniciar su crecimiento; lo mismo sucede cuando las ramas son podadas. Pero hay una notoria diferencia en la amplitud del ángulo de inserción que tendrá cada uno de los brotes que se originan de estos cuatro puntos de crecimiento, con respecto a la dirección de la rama de la que nacen (Gardiazabal y Rosenberg, 1993).

El punto de crecimiento que brota normalmente, es el que está ubicado en la parte superior de la yema y da origen a una ramilla que sale en un ángulo agudo, si brota el segundo, tendrá un ángulo de inserción de aproximadamente 45° . Bajo los cortes de la poda, crecen dos e incluso tres brotes de una yema, dependiendo del grosor de la ramilla podada. El tercer brote se puede originar en el punto de crecimiento ubicado bajo los dos anteriores, pero en la misma yema, ya que provendrá del tercer punto de crecimiento de ella y puede formar con la rama original un ángulo de 90° aproximadamente, o sea, este brote crece en forma perpendicular a la rama de origen (ángulo recto) (Gardiazabal y Rosenberg, 1993).

Por último el cuarto punto de crecimiento de una misma yema, tendrá un ángulo de inserción aún mayor, aproximadamente 130° (la apertura de estos ángulos se expresa en valores aproximados).

Las yemas mixtas pueden dar origen: a brotes (Fig. 2), a flores o a flores y brotes (Fig. 3). En este último caso, la flor (o flores), procede de la yema principal y se origina opuesta a la primera hoja del brote; éste puede tener a veces, dos o más flores, insertándose la segunda de ellas entre la cuarta y quinta hoja (Gardiazabal y Rosenberg, 1993).



Figura 2. Brotes de chirimoyo.



Figura 3. Yemas reproductivas en chirimoyo.

La desuniformidad y escasa brotación de las yemas provoca desfases en la fenología de la planta que normalmente presenta flores y frutos en diferentes estados de desarrollo, lo que dificulta las labores de manejo de las plantas e influye en la reducción de la productividad (INIAP, 1989).

Andrés y Nieto (1997), mencionan que la floración inicia a mediados de febrero dependiendo de las condiciones ambientales y su precocidad y continua durante marzo y abril y en algunos casos hasta mayo. La brotación vegetativa inicia al mismo tiempo que la floración o un poco después lo cual generalmente ocurre de fines de febrero a abril. Durante los meses siguientes se desarrollan los frutos llegando a cosecharse en septiembre.

Edo. Fenológico	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Floración		---	---	---	---							
Brotación		-	---	---								
Desarrollo fruto				---	---	---	---	---	---			
Cosecha									---	---	---	---

La poda en el chirimoyo (Fig. 4) produce brotes que presentan una gran variabilidad en cuanto a vigor en los distintos sistemas de conducción, por eso es necesario establecer:

- (a) La importancia en cuanto a la fructificación y fructificación que presentan a la cosecha los distintos tipos de madera presentes (muy débil, débil, semivigorosa y vigorosa en tres sistemas de conducción (vaso abierto, eje piramidal y en forma libre sin conducción).
- (b) El mejor material a seleccionar en la poda.
- (c) La relación que existe entre el número de yemas por ramilla y el número de frutos (fructificación) (Cautin *et al.*, 1999)



Figura 4. Poda del chirimoyo.

2.3.1.4. Hoja

Las hojas son simples, generalmente oblongo-lanceoladas recortadas en el ápice que es obtuso u obtuso acuminado, redondeadas en su base y de color verde oscuro (Martín, 1991; Ibar, 1979); verde brillante a verde profundo, siendo la cara superior de un verde más oscuro (Fig. 5) que la cara inferior (Fig. 6) (Rocha, 1967), ligeramente pubescente en el haz y aterciopelada en el envés (Morton, 1987; Ibar, 1979; Rocha, 1967). Por su disposición en el tallo son alternas y opuestas (Fig. 7) y tienen una longitud de 10 a 25 cm dependiendo de la variedad y vigor del árbol (Andrés y Rebollar, 1996).



Figura 5. Haz de la hoja de chirimoyo.



Figura 6. Envés de la hoja de chirimoyo.



Figura 7. Filotaxia de las hojas de chirimoyo.

El pecíolo de la hoja es hueco en la parte de la inserción (Fig. 8), con esto oculta y protege a las yemas que darán origen a la próxima brotación, de manera que estas últimas no son visibles, si no caen o se secan las hojas que lo cubren (Martín, 1991). La longitud del pecíolo varía de 0.6 a 12.5 cm y son ligeramente pubescentes (Fig. 9) (Morton, 1987).



Figura 8. Yema oculta de chirimoyo.



Figura 9. Pecíolo de la hoja de chirimoyo.

2.3.2. Morfología reproductiva

2.3.2.1. Flor

La flor del chirimoyo es hermafrodita (monoica), (Gardiazabal y Rosenberg, 1993).

León (1987), describe que las flores aparecen solitarias (Fig. 10) o en inflorescencias (cimas de 2 a 4) (Fig. 11) en madera de un año o más de edad, de yemas de ramillas jóvenes o de crecimiento del año,. Son de posición pendiente, de pedúnculos cortos y curvos. El perianto se compone de tres sépalos triangulares de unos 5 mm de largo, de color café verdoso, cortos y pubescentes,. Y con dos series de pétalos los externos de 2.5 cm de longitud, linear-oblongo y carnosos con su base de color púrpura-oscuro, triangulares en corte transversal; los pétalos internos son muy cortos (1.5 a 0.5 mm de largo) (Fig. 12).



Figura 10. Flores solitarias en chirimoyo.



Figura 11. Inflorescencias (cimas de 2 a 4 flores) en chirimoyo.

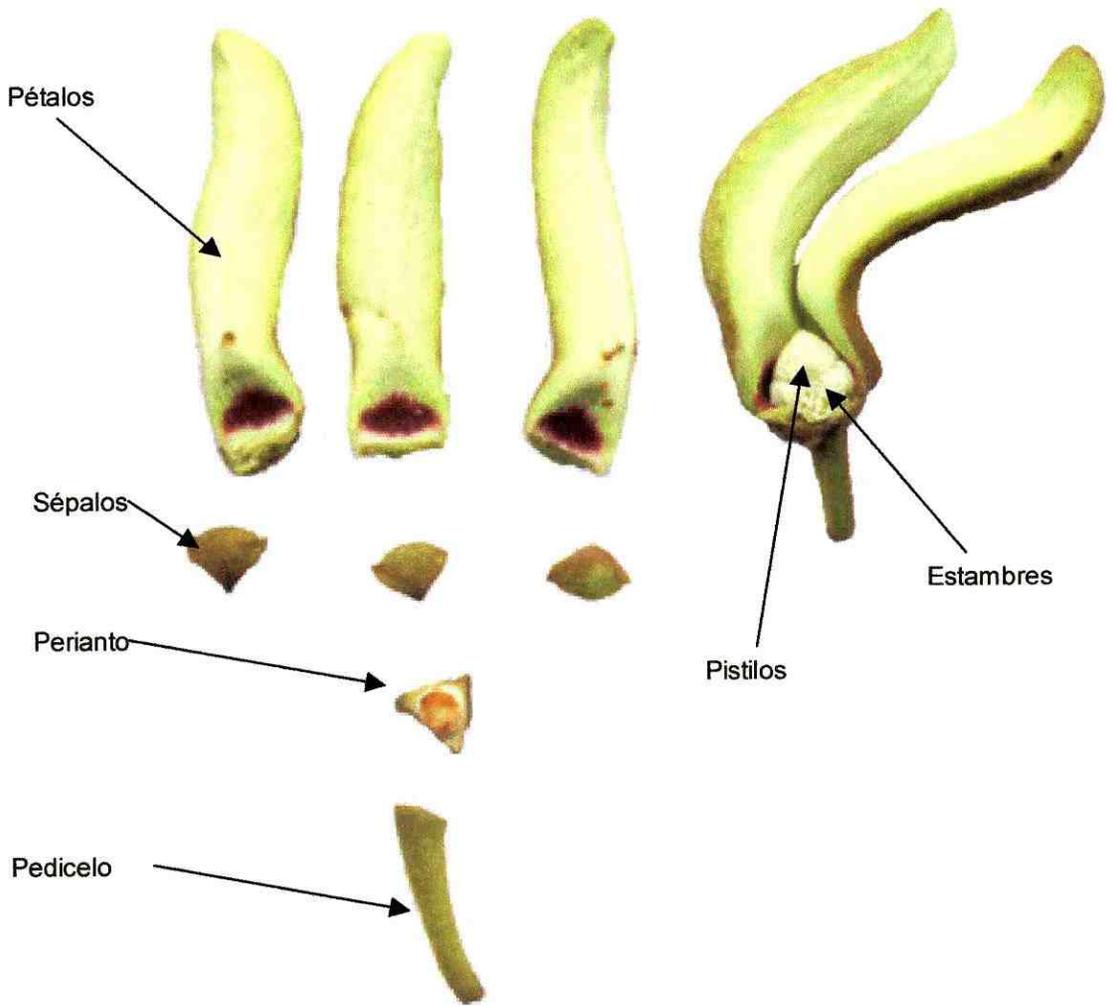


Figura 12. Morfología de la flor de chirimoyo.

Los estambres y carpelos son numerosos y están insertos en filotaxia alterna helicoidal en el receptáculo, cuya porción inferior más prominente y en forma de disco, está ocupada por los estambres. Los carpelos forman un cono en el ápice del receptáculo; cada pistilo tiene un óvulo y termina en un estilo sencillo. Los carpelos están separados y solo se unen por la base (León, 1987; Andrés y Nieto, 1997).

Los pistilos se componen de tres partes bien diferenciadas: ovario, estilo y estigma (Fig. 13). El estilo tiene vellosidad que facilita la retención del polen. Los estigmas se encuentran situados en la parte superior del receptáculo floral. En el estado de hembra, cuando la flor es receptiva, están recubiertos por una secreción azucarada a la que se adhieren con facilidad los granos de polen. El tubo polínico penetra hasta el ovario en aproximadamente tres horas, donde se fecunda el óvulo, cada óvulo fecundado da lugar a una semilla (Guirado *et al.*, 1999).

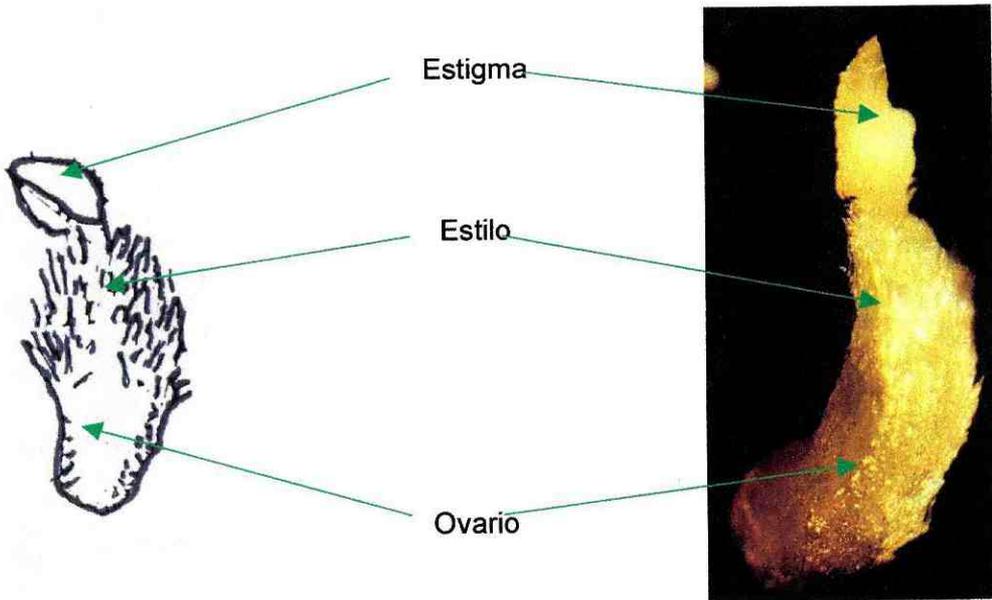


Figura 13. Pistilo de flor de chirimoyo.

Los estambres (Fig. 14), en número de 180 a 200 por flor, están distribuidos helicoidalmente por debajo de la pirámide estigmática. Las anteras están compuestas de dos sacos polínicos que abren en sentido longitudinal liberando el polen.

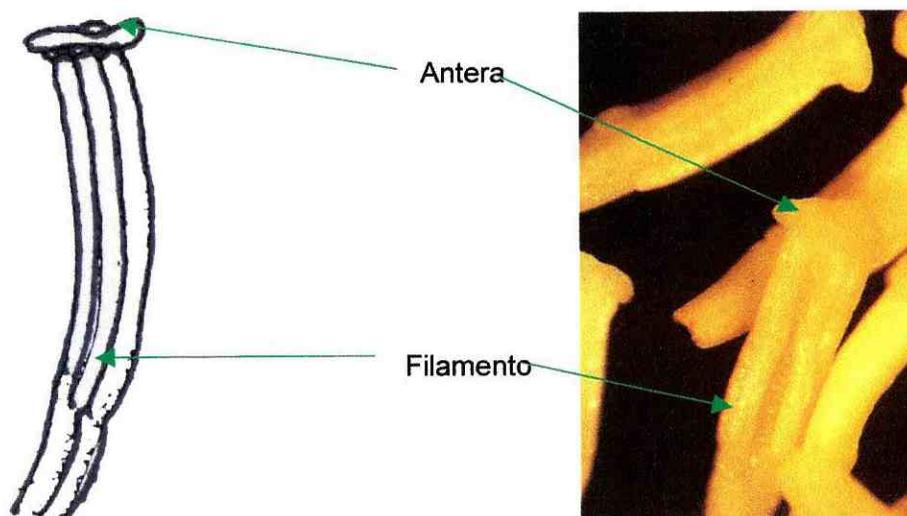


Figura 14. Estambre de flor de chirimoyo.

Por su estructura y comportamiento funcional las flores del chirimoyo han propiciado que se tenga la idea de la existencia de un mecanismo que evita la autopolinización (Guirado *et al.*, 1999).

De acuerdo a la fisiología de esta especie, la floración se presenta cuando las plantas tienen de 3 a 4 años y la brotación ocurre una vez al año (FSSC CICTAMEX, S.C., 1991). Desde que aparece al exterior la yema floral, se desarrolla permaneciendo cerrada durante aproximadamente treinta días (Fig. 15). Una vez alcanzado su tamaño definitivo, se produce el ciclo de apertura en dos días, excepto cuando las temperaturas son anormalmente bajas (menor a 22°C) o altas (superior a 38°C) (Guirado *et al.*, 1999).



Figura 15. Yemas florales de chirimoyo en desarrollo.

La flor se abre en tres fases o estados (Guirado *et al.*, 1999):

Estado prehembra. Los pétalos comienzan a separarse por su extremo distal, pero no por su base (Fig. 16). No existe aún exposición entre la masa estigmática y el exterior, aunque la flor ya es receptiva. Puede ser polinizada si se separan los pétalos para que el polen alcance los estigmas. La duración de este estado es entre 5 a 7 h normalmente, terminando alrededor de mediodía solar del primer día de apertura.



Figura 16. Flor de chirimoyo en estado prehembra.

Estado hembra. Existe una pequeña exposición entre la masa estigmática y el exterior que permite el paso de pequeños insectos polinizantes (Fig. 17). En la mayoría de los días esta apertura se produce alrededor de las 13:00 a 14:00 h. Su duración es aproximadamente 26 h. En estado de hembra los estigmas son receptivos durante todo el periodo, excepto en sus tres últimas horas.



Figura 17. Flores de chirimoyo en estado hembra.

Estado macho. El paso de estado de hembra a macho comienza con la rápida apertura de los pétalos (Fig. 18). Ocurre prácticamente siempre por la tarde, de las 16:00 a las 18.00 h generalmente. Aunque en días extremadamente calurosos se puede adelantar y en los muy frescos atrasarse un poco. En este estado se produce la separación natural de los estambres y la soltura del polen. Cuando se recogen flores que han iniciado la apertura de pétalos el proceso continúa siempre que se almacenen en ambiente fresco y bien ventilado.



Figura 18. Flor de chirimoyo en estado macho.

Por otra parte Martín (1991), diferencia cuatro estados florales principales de la chirimoya:

1. Flor cerrada. Estado que dura unos 30 días hasta el completo desarrollo de la flor.
2. Estado prehembra. Flor cerrada pero con las puntas de los pétalos abiertos. Las partes sexuales están protegidas. Esta fase generalmente dura menos de un día, dependiendo principalmente de la temperatura, cuanto más elevada es ésta, más rápido se produce el cambio.
3. Flor hembra. Flor abierta pero con los estambres y estigmas protegidos por los pétalos que están cerrados por su base, dejando sólo ver la parte superior del cono estigmático. Los estambres tienen color blanco y al final de este estado se encuentran formando una masa unida.
4. Flor macho. Flor totalmente abierta con las anteras soltando polen. Los estambres se separan uno de otros adquiriendo un tono marrón. El estado macho de la flor ocurre por la tarde.

De acuerdo a la ubicación y agrupación de las flores, se podría distinguir tentativamente, para las variedades estudiadas por Pavez en 1985, los siguientes grupos:

- I. Las flores se desarrollan en madera del año anterior. Solitarias y/o en grupos de 2 a 3 (Fig. 19), se presentan a lo largo de la ramilla y, a veces, en forma terminal sobre ramillas de 30 a 50 cm de longitud; por ejemplo: "Serenense Lisa".



Figura 19. Inflorescencia terminal de chirimoyo.

- II. La mayoría de las flores se ubican en madera de 2 o más años de edad. Presentan, además, pocas flores terminales en ramillas de la temporada. En este grupo se puede separar los siguientes subgrupos:

1. Flores solitarias:
"Bronceada 2"
2. Flores solitarias y/o en grupos de dos:
"Concha Peruana"
"Concha Picuda 2"
"Concha Temprana"
"Impresa"
"Piña"
3. Flores solitarias y/o en grupos de 2 ó 3:
"Bronceada 1"
"Concha Lisa 2"
"Concha Pesada"
"Plomiza"
4. Flores solitarias y/o en grupos de 2, 3 ó 4:
"Concha Lisa 1"
"Concha Picuda 1"
5. Flores solitarias y/o en grupos de 2, 3, 4 ó 5:
"Margarita"

III. La mayoría de las flores se originan en forma solitaria en crecimientos cortos de la temporada; algunas son terminales sobre ramillas cortas, por ejemplo, "Serenense Larga".

2.3.2.2. Polinización

La polinización es el primer paso para la fecundación y consiste en el movimiento de los granos de polen desde las anteras hasta los estigmas (Ryugo, 1987; Fosket, 1994). Para que se efectúe, es necesario que los estigmas estén receptivos cuando los granos de polen lleguen a ellos.

El chirimoyo fue probablemente introducido por semilla lo cual impidió la importación conjunta del insecto polinizador. Su flor se describe como entomófila (Gazit *et al.*, 1982), su polen es

pegajoso y pesado. Dado que la apertura de los pétalos en la fase hembra es además muy pequeña puede concluirse que la polinización anemófila es sumamente imposible.

Las flores del chirimoyo recién abiertas tienen los estigmas receptivos pero no emiten polen y al día siguiente ocurre la liberación del mismo. Por esta razón fisiológica sumada a la constitución anatómica, los extremos cerrados de la flor no admiten que el viento favorezca el transporte del polen de una flor a otra ni tampoco permiten que las abejas u otros insectos más o menos grandes como ellas puedan penetrarlas, lo cual obstaculiza la polinización, esto bajo condiciones naturales. La polinización sólo es posible por la presencia de insectos pequeños (escarabajos) de la familia Nitidulidae (Fig. 20) que pueden penetrar por las estrechas separaciones de los pétalos y llegar hasta el fondo de las flores, recoger el polen de las anteras maduras en su cuerpo y transportarlos a los estigmas receptivos de otras flores, efectuando la fecundación natural (Cañizares, 1966).

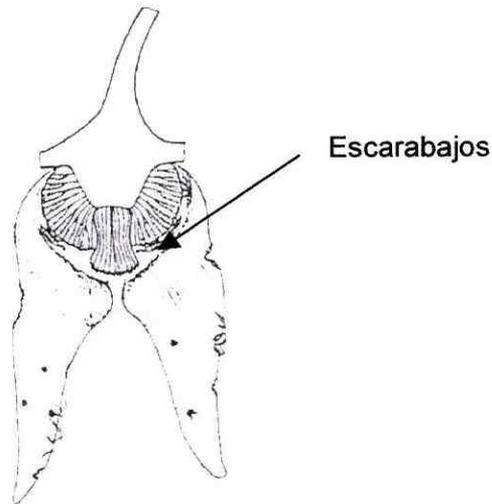


Figura 20. Escarabajos Nitidulidae.

Guirado *et al.* (s/f) han observado otros polinizadores en lugares protegidos del viento; tanto en plantas de maíz como en flores de chirimoyo se encuentra importantes poblaciones de varios himenópteros del género *Orius* (*Heterodera*, *Antrocoride*) (Fig. 21), este insecto puede desplazarse a última hora de la tarde transportando hasta 200 granos de polen desde una flor en estado macho a otra cercana, que se encuentra en estado hembra. El desplazamiento se realiza casi siempre andando de una flor a otra, solo parece volar cuando se siente amenazado. Al volar pierde casi todos los granos de polen que transporta. Los adultos de *Orius* permanecen habitualmente menos de una hora dentro de una flor. Es posible que un solo adulto polinice más de una flor en un día.



Figura 21. Insecto del género *Orius*.

Gazit *et al.* (1982), en un estudio realizado en Israel encontraron que el 96 % de los insectos observados en las flores son escarabajos *Nitidulidae*, adaptados para transferir polen con una superficie externa densamente cubierta con vellos, observándose también un incremento en la calidad, tamaño, forma y amarre de fruto cuando mayor fue el número de este insecto en las flores.

El género *Carpophilus hemipterus* ha sido vinculado en forma directa con la polinización en huertos de chirimoya tanto en Israel como en Australia, de tal manera que la fructificación en Israel, depende estrictamente de su presencia (López y Rojas *et al.*, 1992).

La polinización natural en anonáceas también puede ocurrir si al momento de ser expulsados los granos de polen, estos son captados por los pétalos interiores que todavía se encuentran semiabiertos y pueden entrar en contacto con el fluido estigmático. Esta situación ocurre generalmente en áreas geográficas con clima fresco y húmedo, ya que permite que los estigmas aún estén receptivos hasta que los granos de polen de la misma flor sean expulsados de las anteras y lleguen a ellos (Farré *et al.*, 1976).

Uno de los problemas que limita la producción de las anonáceas, es el bajo porcentaje de amarre de frutos, debido a una mala polinización natural, atribuida principalmente a la protoginia, flores con estructuras cerradas y falta de atrayentes florales (néctar y color) (Worrell *et al.*, 1994; Manica, 1997; Cogez y Lyannaz, 1994; Moncur, 1988).

Una alternativa al problema de polinización natural es la técnica de polinización manual (Fig. 22), la cual consiste en recolectar las flores que aportan el polen tan pronto como comienzan a abrirse, posteriormente son conservadas en una vasija de vidrio con un pedazo de algodón mojado que mantiene la humedad relativa alta. Al día siguiente se sacude el polen de las flores recolectadas y se deposita en un recipiente para su manipulación. La polinización, se efectúa con un pincel fino y las flores que servirán como femeninas deben ser escogidas para asegurar frutos de calidad, con el pincel se transfiere el polen recolectado y suavemente se cubren los estigmas de las flores en estado femenino (Rocha, 1967).



Figura 22. Polinización manual en chirimoyo.

La técnica empleada en la mayoría de los ensayos de polinización manual en anonáceas, es por el método estándar de Scoreades, el cual consiste básicamente en el uso de un pincel para depositar los granos de polen en los estigmas de la flor (Schwanzenberg, 1946). De esta manera, es posible polinizar 150 flores en una hora y frecuentemente se puede alcanzar del 80 al 100 % de amarre de flores (Nakasone y Paull, 1998).

Actualmente en los países productores de chirimoya esta técnica tiende a mejorarse para aumentar la velocidad del trabajo. Se utiliza una perilla pulverizadora, aplicando la mezcla de polen y estambres dentro de cada flor en estado hembra (Soria *et al.*, 1993). También puede ser mezclado con diferentes medios que ayuden a aumentar su volumen y superficie de contacto, como lo son el licopodio y el polvo talco, éstos tienen la propiedad de dispersar el polen con lo cual cuaja un menor número de óvulos, pero se obtiene una forma más homogénea; los mejores resultados se obtienen cuando se mezcla polen más estambres con licopodio o talco en una proporción de 50 %, es decir, en una relación 1:1 (Cautin, 1988).

Desde el momento de la recolección del polen éste tiende a perder viabilidad. Si se usa dentro de una o dos horas después de la recolección se observa más del 80 % de cuajado dos semanas después de la polinización. Si es guardado en el refrigerador (3 a 7°C) por un lapso de 12 h el cuajado cae a un 65 % y a 35 % después de 24 h lo que indica que pierde viabilidad (Grossberger, 1999 y Farré *et al.*, 1999).

La polinización generalmente se realiza por la tarde o en la mañana cuando las condiciones de temperatura y humedad son adecuadas ya que al mediodía hace mucho calor y esta muy seco, por lo consiguiente se obtiene menos cuajado de frutos (Grossberger, 1999)

Ochse *et al.* (1974) y Cruz y Torres (1988) indicaron que con la polinización artificial se han obtenido resultados satisfactorios, en cuanto al incremento en el rendimiento y en la calidad de los frutos de las anonáceas. Lederman y Bezerra (1997) mencionan que esta práctica tiene por objetivo asegurar la polinización, aumentar el número de los frutos que amarren y el desarrollo de los mismos y además, aumentar el tamaño y la calidad de los frutos. Explican que normalmente los frutos obtenidos por polinización natural son pequeños e irregulares en su forma (Fig. 23), en tanto que los obtenidos por polinización manual generalmente son grandes y simétricos.



Figura 23. Frutos deformes de chirimoyo.

Se ha observado que la cosecha de la chirimoya suele ser pobre y con un alto porcentaje de frutos deformes si no se realiza la polinización artificial o manual (Chandler, 1962). Abundando en el tema, Rubí (1994) realizó un trabajo de polinización en Coatepec Harinas e indicó que para esta especie la polinización manual aplicada entre las 10 a.m. y las 12 a.m., aumenta un 75 % el amarre de fruto, además de mejorar tamaño y forma del mismo.

La técnica de polinización manual es la más utilizada a nivel mundial y presenta las ventajas siguientes:

1. Garantizar una cosecha mínima de fruta cada año ($10-12 \text{ ton ha}^{-1}$), pudiéndose alcanzar 14 ton ha^{-1} en buenas condiciones de clima y suelo.
2. Mayor tamaño con mejor conformación del fruto y en tanto mejor precio por venta.
3. Puede modificarse el periodo de maduración en aproximadamente un mes:
 - Podando y polinizando pronto para una maduración temprana.
 - Podando tarde y polinizando tarde para una maduración tardía.
4. Si la polinización es concentrada la cosecha también lo es, reduciendo el costo de la cosecha (Guirado, 1991; Citado por Farré *et al.*, 1999)

En España, bajo condiciones de polinización natural, se obtienen rendimientos que varían de 5 ton ha^{-1} a 18 ton ha^{-1} . La técnica de polinización manual garantiza una cosecha mínima de 10 ton ha^{-1} ; se obtienen frutos de mejor forma y tamaño; se pueden elegir las flores que se polinizan, buscando adelantar la cosecha y conseguir mejores precios (Guirado *et al.*, 1999).

2.3.2.3. Fruto

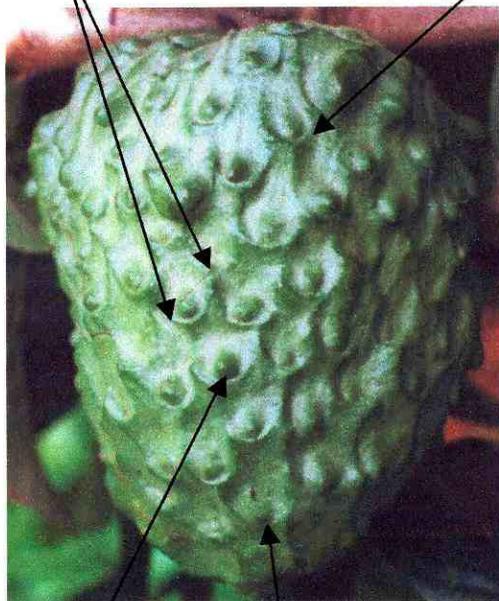
Uno o dos días después de la fertilización los pétalos caen y se inicia el desarrollo del fruto. El receptáculo se alarga y los carpelos fecundados en sus primeras etapas son ricos en almidón que cambia a azúcar conforme avanza a la maduración, cada uno de ellos da una semilla, alcanza la madurez de seis a diez meses después de la floración (León, 1987). El número de carpelos fecundados determina el tamaño y forma del fruto. Cada carpelo aparece en el exterior de la fruta como una placa o areola de forma muy diversa, según el cultivar. Si el óvulo no es fertilizado, el carpelo correspondiente tiende a no desarrollarse y la superficie del fruto presenta una depresión.

Generalmente, un alto porcentaje de los óvulos (60 %) no se desarrolla 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. Cada fruto tiene, en la zona de unión de los 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 y Rosenberg, 1993).

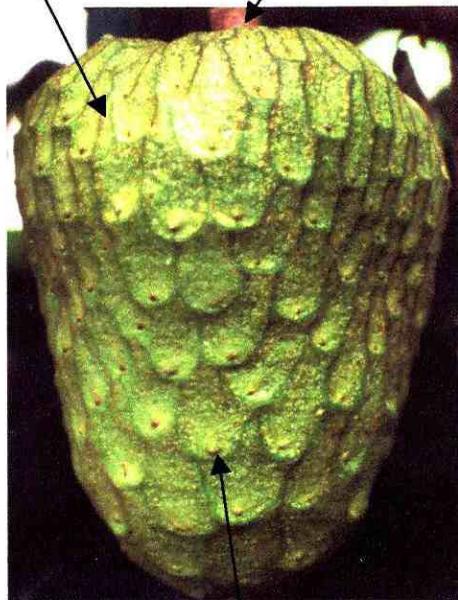
El fruto es una polidrupa (Fig. 24 a y b). Esta formado por la fusión de muchos carpelos simples con un receptáculo, constituyendo una masa sólida. Individualmente, los carpelos se ordenan en helicoidal sobre la superficie del receptáculo. Cada uno de los pistilos deber ser polinizado para producir la semilla dentro de él y subsecuentemente, para el desarrollo de la pared del ovario. Sí sólo pocas semillas se desarrollan, el fruto será pequeño y asimétrico. Cuando el fruto está maduro, el receptáculo es blando y esponjoso (Gardiazabal y Rosenberg, 1993).

Anchura pistilar
apical

Sutura
Carpelar



Pedúnculo



Protuberancia
estilar

Cáscara

Cicatriz
estigmática

Figura 24 a. Morfología del fruto de chirimoyo

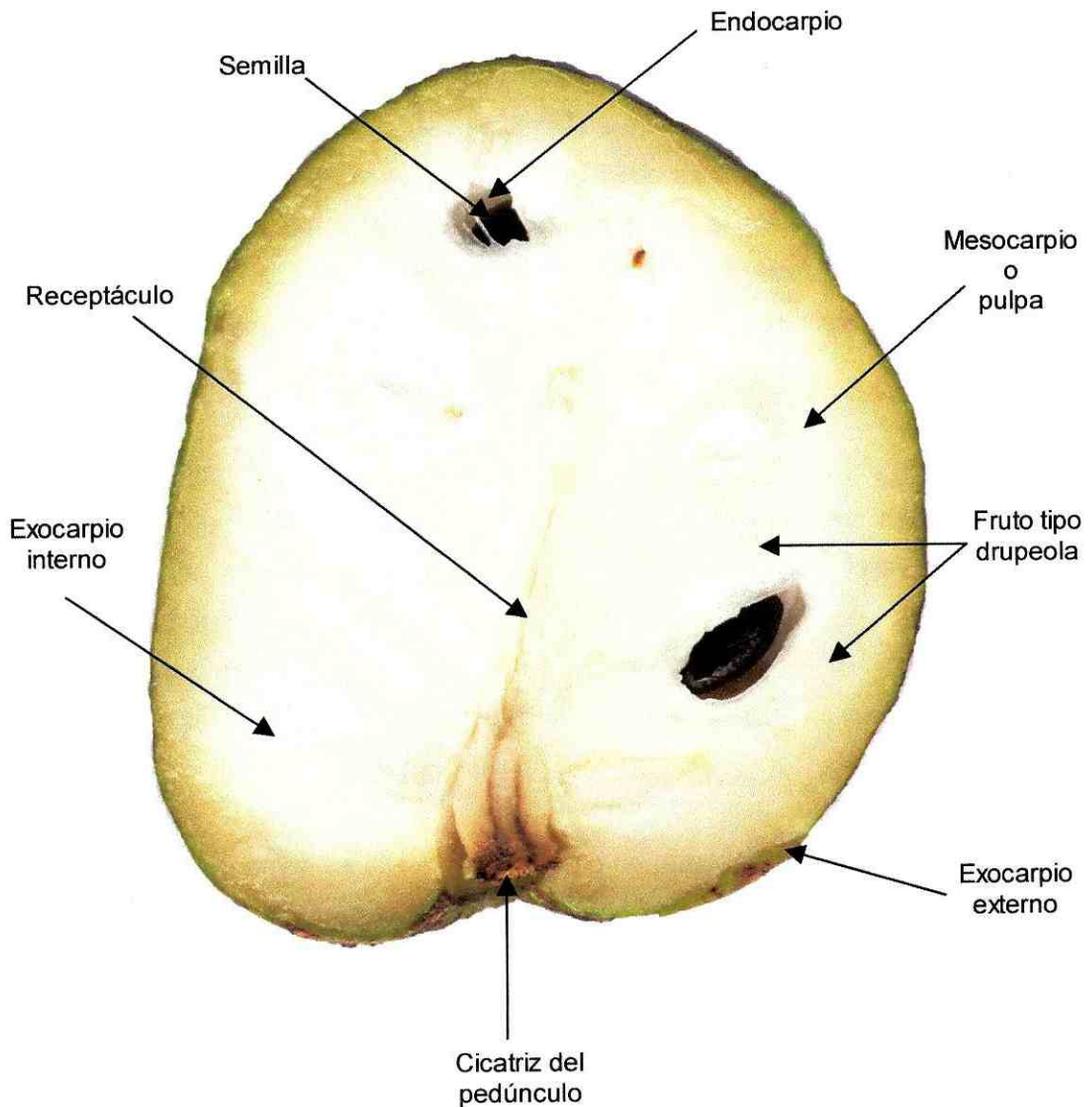


Figura 24 b. Morfología del fruto de chirimoyo.

El exocarpio o cáscara es corchoso, se compone de la epidermis, con células de paredes gruesas, numerosos estomas y pelos suaves. La hipodermis contiene muchos cloroplastos que mantienen el color verde de la fruta hasta avanzada la maduración. En el mesocarpio, primero está la zona de escleridas que da a la fruta la textura arenosa característica. La

frecuencia y tamaño de la capa de esclereidas es un carácter varietal. El resto del mesocarpo está constituido por parénquima con algunos canales de resina (León, 1987)

La parte comestible del fruto son los carpelos desarrollados, soldados formando un sincarpio. Al centro del fruto queda un receptáculo, que adquiere la forma de un cono muy agudo y que por estar constituido principalmente por los haces vasculares es más duro que el resto del fruto del que se separa en la madurez. Del receptáculo salen los haces vasculares hacia los carpelos, en los cuales se ramifican profusamente. Los carpelos constan principalmente de parénquima, relleno de almidón en las primeras etapas del fruto y que cambia a azúcar conforme avanza la maduración (León, 1987).

En general el color del fruto varía entre el verde claro y verde oscuro. En algunos frutos se desarrolla un tono amarillo hacia la madurez. La pulpa, es carmosa, de color blanco muy aromática y azucarada, de sabor sub-ácido, su agradable sabor llevó a Mark Twain a referirse de la chirimoya como "la delicia misma" (Popenoe, 1934).

Pero el fruto fuera de poseer buen sabor tiene un elevado valor alimenticio, como se aprecia en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición de la pulpa de chirimoya en 100 g de porción comestible.

Componente	Contenido
Agua	75.70 g
Proteínas	1.00 g
Grasas	0.10 g
Carbohidratos	22.00 g
Fibras	1.80 g
Cenizas	1.00 g
Calcio	24.00 mg
Fósforo	47.00 mg
Hierro	0.40 mg
Vitamina A	0.01 UI
Tiamina	0.06 mg
Roboflavina	0.14 mg
Niacina	0.75 mg
Ac. Ascorbico	4.30 mg
Calorías	81.00

Fuente: De la Rocha (1965)

Una de las características más útiles para la identificación y descripción de los frutos de esta especie, además de la forma, es la suavidad o relieve de su superficie. La clasificación de esta especie se efectúa con base a las protuberancias que aparecen en la superficie del fruto, estas características son constantes para cada variedad (Andrés y Rebollar, 1996). Con base a la clasificación propuesta por Ortiz (1987) existen cinco formas o tipos de frutos:

(a) Impresa. Los alvéolos en forma de "O" son ligeramente cóncavos semejando la impresión de los dedos de las manos (Fig. 25). Es de los mejores frutos de pulpa jugosa y buen sabor, y relativamente con pocas semillas.



Figura 25. Fruto impreso de chirimoyo selección 'Amarilla'.

(b) Lisa. Casi sin relieves tienen la piel prácticamente lisa (Fig. 26), ya que los bordes de los carpelos quedan fundidos y son poco visibles, es una de las chirimoyas más finas.



Figura 26. Fruto liso de chirimoyo 'Concha Lisa'.

(c) Umbonada. Alvéolos hundidos, formando puntos abruptos, la piel del fruto es comparativamente gruesa, pulpa ácida, semillas numerosas (Fig. 27).



Figura 27. Fruto umbonado de chirimoyo selección '260'.

(d) Papilonada o mamilada. Llamada chirimoya de tetillas, los alvéolos son hundidos formando un punto largo y carnosos.

(e) Tuberculada, fruta en forma de corazón con tubérculos como verrugas cerca del ápice de cada alvéolo (Fig. 28).



Figura 28. Fruto tuberculado de chirimoyo 'Bronceda'.

El fruto de "Bronceda" es grande de forma cónica (Fig. 26), ancho y alargado, con gran cantidad de protuberancias. Su piel es relativamente gruesa, de color bronceado o amarillo dorado. Su pulpa es blanca, aromática, de muy buen sabor y dulzor, considerada por ello una de las mejores variedades comerciales (Gardiazabal y Rosenberg, 1993). Sin embargo, es un fruto que posee muchas semillas. Por sus mamilas es un fruto delicado en la cosecha y transporte, ya que éstas se rompen fácilmente; desarrollando una coloración negruzca, que hace desmejorar su calidad. Su fruto es de maduración tardía: octubre-noviembre en Quillota, Chile. Se adapta a localidades abrigadas de las zonas norte y central, con alta humedad (Undurraga, 1989).

El fruto de la variedad "Concha Lisa" es de forma redondeada, color verde, piel lisa sin protuberancias y con escudetes impresos (Fig. 28). Su pulpa es suave blanca cremosa de sabor dulce y perfumado. Piel relativamente gruesa al no tener mamilas se vuelve un fruto menos delicado. Su maduración es entre agosto y septiembre en Quillota, Chile (Undurraga, 1989).

La chirimoya se ha clasificado definitivamente como un fruto climatérico, es decir, pertenece al grupo de los frutos que presentan al término de su desarrollo una marcada alza en la tasa respiratoria y son capaces de continuar la evolución de madurez una vez desprendidos del árbol. Una vez cortada la chirimoya del árbol aumenta la velocidad de respiración presentando dos alzas bien marcadas y se encuentran altamente correlacionadas con la madurez como lo reporta Kosiyachinda y Young (1975). Durante la primera alza respiratoria se genera el ablandamiento mientras que a inicios de la segunda se presenta el desarrollo pleno del aroma, sabor y textura óptima para su consumo.

2.3.2.4. Semilla

Las semillas de la chirimoya son aplanadas, elípticas vistas de frente, de 1.5 a 2 cm de largo por uno de ancho, de color castaño claro o negro (Fig. 29). La testa dura encierra al tegmen (Fig. 30) que cubre a una masa de endosperma ruminado que ocupa la mayor parte de la semilla (Fig. 31) y un embrión muy pequeño (Fig. 32) (León, 1987).

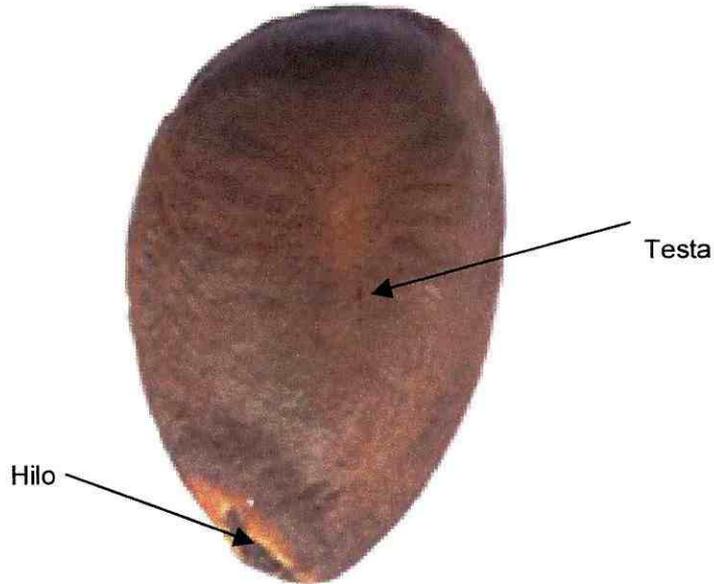


Figura 29. Semilla de chirimoyo.

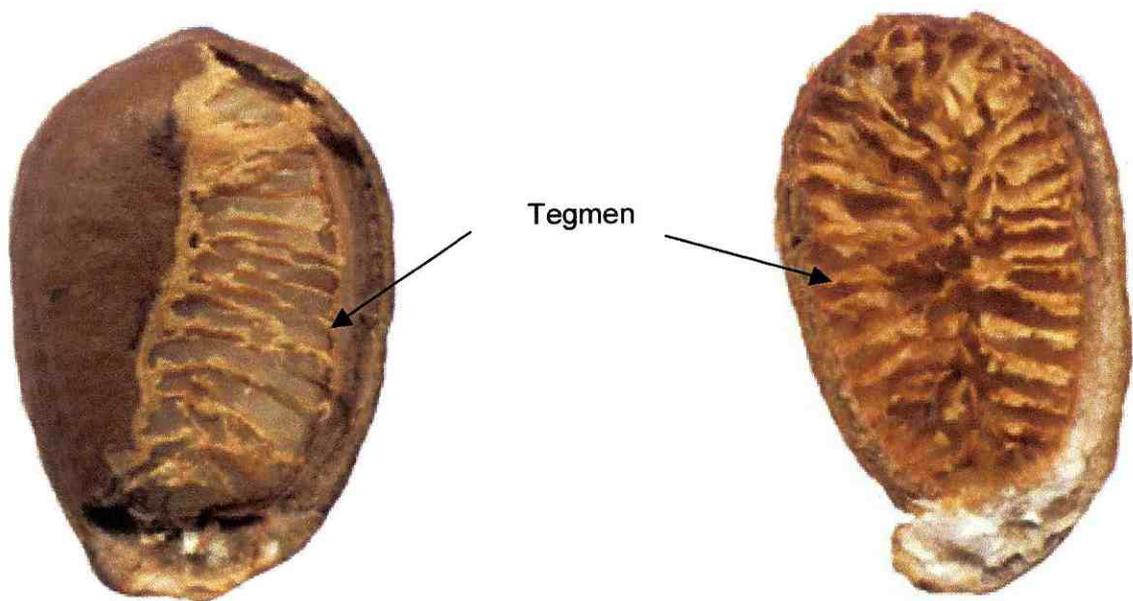


Figura 30. Tegmen de semilla de chirimoyo.

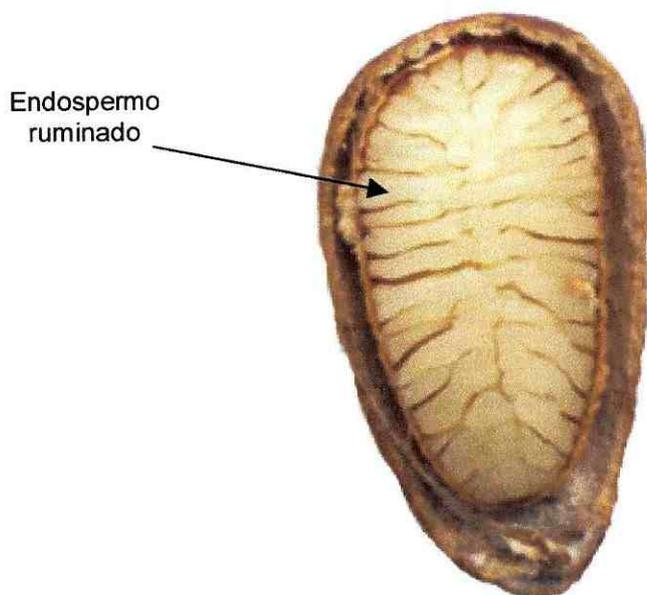


Figura 31. Endospermo de semilla de chirimoyo.



Figura 32. Embrión de semilla de chirimoyo.

Las semillas de chirimoya muestran una distribución desigual e irregular en la germinación durante un largo tiempo, haciendo difícil la propagación, siendo esta no recomendable, ya que propicia diferente calidad de plántulas, largo periodo juvenil, floración irregular y frutos de diferente calidad (Gardiazabal y Rosenberg, 1993).

Andrés y Nieto (1997) Gardiazabal y Rosenberg, (1993) mencionan que la semillas son de forma oblonga de color negro cuando están recién extraídas del fruto, luego cuando se secan se toman de color café claro; las semillas sin el epitelio es una característica muy favorable al consumir la pulpa pues las semillas se desprenden con mucha facilidad.

Otra característica particular de la semilla de *Annona* es la presencia de un embrión rudimentario de desarrollo lento, que en la mayoría de los casos no está totalmente diferenciado en los frutos maduros. El desarrollo del embrión sigue en la semilla después de cosechar la fruta evitando la germinación antes de que el embrión se diferencie totalmente (Hayat, 1963; Sanewski, 1991; Garwood, 1995).

La germinación lenta y desuniforme se debe probablemente a la presencia de dormancia, una protección natural que da a las plántulas mayor oportunidad de supervivencia, germinando en

condiciones ambientales óptimas, y lejos de la planta madre, evitando así la competencia (Bewley y Black, 1983; Dickie *et al.*, 1984)

La causa de la dormancia puede encontrarse en la cubierta de la semilla donde las barreras físicas previenen los procesos de germinación o puede ser embrionaria, donde las características bioquímicas son las que previenen la germinación. La dormancia se puede romper con la ayuda de tratamientos de escarificación en el caso de la dormancia de la cubierta de la semilla y agua por dormancia del embrión (saca los inhibidores y oxidantes que inactivan estos inhibidores) (Dickie *et al.*, 1984).

La germinación de la semilla de chirimoya depende también de la temperatura, tardando de tres a cuatro semanas a temperaturas de 28 a 32°C, y de tres a seis meses a bajas temperaturas (<20°C) (George y Nissen, 1987; Sanewski, 1991; Richardson y Anderson, 1993 citado por De Smet *et al.*, 1999). Popenoe (1974) y Garwood (1995) observaron que las semillas de chirimoya pueden conservarse durante mucho tiempo (3 a 4 años) en un ambiente seco.

La viabilidad de las semillas es muy variable; las semillas pueden almacenarse hasta 60 días en condiciones ambientales, conservando de esta manera el 90 % de viabilidad (Vidal, 1994). Sin embargo, Gardizabal y Rosenberg (1993) mencionan que éstas conservan su viabilidad hasta tres años.

Las semillas de chirimoya pueden sumergirse en agua durante 48 horas con el fin de acelerar su germinación (Leandro, 1979). Castillo *et al.* (1997) indican que la escarificación (corte de la testa de ambos lados de la semilla) y la aplicación de ácido giberélico a dosis de 1000 mg L⁻¹ en remojo por 24 horas, aumentan ligeramente la velocidad de germinación.

En un trabajo realizado por De Smet *et al.* (1999) se evaluaron tratamientos pre-aplicados para evaluar el porcentaje y velocidad de germinación y consistió en el remojo de las semillas en concentraciones diferentes (500 a 10 000 ppm) de ácido giberélico y en agua destilada por periodos diferentes (12 a 72 horas). El ácido giberélico mostró un efecto positivo en el porcentaje y la velocidad de germinación no mostrando diferencias significativas entre las diversas concentraciones. El remojo en agua destilada durante 48 a 72 horas o durante un tiempo corto por 12 horas en agua caliente enfriada gradualmente (agua caliente a

temperatura inicial de 92°C) mostró un efecto significativo aunque la germinación tomó más tiempo y era irregular. Diferencias significativas entre el testigo y las pre-aplicaciones del agua y el ácido giberélico sugieren la presencia del letargo en las semillas de chirimoya (De Smet *et al.*, 1999).

Gardiazabal y Rosenbreg (1993) realizaron ensayos con el fin de aumentar el porcentaje de germinación el cual consistió en aplicaciones de 2 reguladores de crecimiento uno de ellos fue aplicaciones de 6 Bencil-Amino Purina en dosis de 0 a 1000 ppm, resultando la mejor concentración de 10 ppm obteniendo un 81.6% de germinación, mientras que mayores concentraciones provocan efecto depresor en la germinación. El otro tratamiento fue de Acido Giberélico a semillas sumergidas durante 24 h a diversas concentraciones desde 0 a 1000 ppm obteniendo la mejor respuesta con una concentración de 100 ppm con ello tuvo como efecto promover un 83.2 % de germinación, velocidad y emergencia y desarrollo de plantas.

En otro ensayo donde se manejaron tres diferentes temperaturas 20, 30 y 35°C se obtuvo como temperatura óptima 25°C, con un 94% de porcentaje de germinación y una velocidad de emergencia de 19 días (Gardiazabal y Rosenberg, 1993).

Evangelina *et al.* (2001) realizaron un trabajo en relación con la germinación de semillas de *A. cherimola*, colectaron frutos en tres estados de madurez (muy verde, verde y maduro). Las semillas fueron tratadas con hipoclorito de sodio al 1% durante 5 min. Siendo estas colocadas después en charolas de germinación (sustrato turba y agrolita 1:1) con pH de 5.2 ± 0.2 , temperatura ambiental de $26 \pm 2^\circ\text{C}$ y humedad relativa de 75 %; concluyéndose que las semillas provenientes de frutos maduros presentaron un mayor porcentaje (78 %) de germinación en menor tiempo (35 días).

Por otra parte, Castilo *et al.* (1997) encontraron que el beneficio de la eliminación de la cubierta de la semilla (escarificación) sobre la germinación dependió del genotipo de la semilla, alcanzándose hasta 95% de germinación en el genotipo 156 sin escarificar. En el mismo trabajo no se observó efecto de la aplicación de ácido giberélico sobre el porcentaje de germinación, pero si sobre la velocidad de germinación, pudiéndose acelerar por cinco días al remojar las semillas durante 24 horas en una solución acuosa con $1000 \text{ mg litro}^{-1}$ de ácido giberélico, sin que esto represente claras ventajas para su propagación comercial.

2.4. Usos

Algunas especies de *Annona* tienen aplicaciones industriales y comerciales de cierta importancia: Nutrición, industria farmacéutica (George y Nissen, 1993, citado por Encina, 1999).

Las Anonáceas son usadas para una variedad de propósitos a nivel local y comercial. La madera es fuerte y flexible de tal forma que es usada en la construcción de viviendas o como caña de pescar o botadores para mover canoas. La corteza es muy fuerte y puede rasgarse en bandas largas. El uso medicinal es común entre los pueblos indígenas, propiedades anti-reumáticas e incluso infusiones de las hojas y la corteza son usadas para tratar fiebre, riñones y desordenes urinarios (Chatrou, 1999).

El consumo de la fruta es en fresco preferentemente después de enfriar, sola o con sal y limón. Ochse *et al.* (1974) señalan que la pulpa se puede colar o mezclar con vino, hielo, nieve, leche o algún otro líquido (Andrés y Nieto 1997).

Ruiz y Morett (1997) agruparon algunos usos de la planta de chirimoya de acuerdo a sus partes vegetativas.

Fruto fresco

Comestible

Para preparar bebidas refrescantes, helados, jaleas, mermeladas, jugos, aguas frescas, pasteles y conservas.

Fruto seco

El polvo es usado como antídoto contra intoxicaciones provocadas por bebidas o alimentos.

Hojas tiernas

Junto con el piloncillo y ocote negro se emplea para preparar un té que ayuda a cortar la pulmonía.

Hojas y ramas

Se obtienen colorantes.

Hojas

Se tuestan ligeramente las hojas y se colocan en el vientre “contra la ventocidad cuando es muy insoportable”.

Hojas secas y corteza

En cocimiento sirve para fortalecer la digestión y detiene la diarrea.

Flores

Ya secas se usa en Jamaica en forma de rapé.

Semillas

Niembro (1983) señala que las semillas son venenosas y que si se ingieren producen una acción hemeto-catártica con síntomas muy parecidos a los de la intoxicación por belladona con dilatación de las pupilas, promueve fotofobia, náuseas, vómito, sequedad en la boca, ardor de la garganta y resolución muscular.

Stanley (1923) citado por Ruiz y Morett (1997) reporta el uso de la semilla como insecticida y contra parásitos del hombre donde la semilla se muele y se mezcla con manteca.

La semilla seca y sin la cáscara se muele y la pasta se aplica en la cabeza para quitar la caspa, piojos y ceborrea. La semilla pulverizada se utiliza en algunas localidades para matar piojos, chinches, polillas y cucarachas

Madera

La madera es muy cotizada por sus características excepcionales de apariencia y dureza.

Por último, merece mención aparte las pruebas a nivel de laboratorio que se vienen haciendo con algunas compuestos obtenidos en estudios fitoquímicos de las hojas y semillas de la chirimoya y otras anonáceas y que se conocen con el nombre genérico de acetogeninas.

Dichos compuestos han demostrado una amplia actividad biológica y actualmente son probados como anticancerígenos, antitumorales, así como por su acción citotóxica, antiparasítica, pesticida y antimicrobial.

La semilla se usa como insecticida. Contiene una sustancia venenosa que irrita los ojos del hombre, es usada como insecticida en el Oeste de Africa según Jacobson (1975) para eliminar parásitos en los humanos. Posiblemente se trata del alcaloide anonaina (presenta fuerte actividad insecticida, ovocida y larvacida) es medianamente tóxica a larvas de mosquito *Aedes spp* y no tóxica a la cucaracha *Blatella germana* y a larvas de mosquito *Anopheles spp*. (Rodríguez y Nieto, 1997).

Las semillas de chirimoya contienen varios alcaloides como la cafeína, reticulina, ananalina, liriiodenina, lanuginosina y acetogeninas (Morton, 1987). Domínguez *et al.* (2000) mencionaron que dentro de estos alcaloides las acetogeninas son compuestos naturales bioactivos, muy importantes y exclusivos dentro de la familia annonaceae, que pueden ser empleados como agentes anticancerígenos.

En México la gente de las zonas rurales tuesta, pela y pulveriza 1 ó 2 semillas y se toman el polvo disuelto en agua y leche como un potente cimetico (vomitivo) y catártico. Mezclado con grasa, el polvo es usado para matar piojos y también curar enfermedades de la piel (Morton, 1987).

El alto porcentaje de azúcar en los frutos hace de la chirimoya un buen alimento. Su uso esta indicado para las personas que sufren anemia. En el estado de Michoacán se consume como fruta de temporada y el té de la cáscara del fruto de chirimoya se usa contra la tos (Luis, 1996).

CONSIDERACIONES FINALES

- 1) El chirimoyo es una de las especies nativas de América, crece silvestre en México y no obstante que se aprecia como un fruto exótico en el mundo, es también poco conocido y cultivado en nuestro país.
- 2) La morfología vegetativa y reproductiva del chirimoyo es básica en el conocimiento de la especie y su manejo agronómico.
- 3) El chirimoyo presenta peculiaridades morfológicas entre las que destacan: yema axilar infrapeciolar; brotación múltiple de la yema; semilla rudimentaria; floración en brotes nuevos, de un año y de más de un año de edad a la vez; y fruto agregado.
- 4) Se espera que el conocimiento de la morfología del chirimoyo contribuya al aprovechamiento comercial de las especies y de las anonáceas en general.

III. BIBLIOGRAFÍA

- Andrés A., J. y A. Rebollar A. 1996. El cultivo de la chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) en el estado de Michoacán, México. Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro Occidente Morelia, Michoacán. pp. 22-23.
- Andrés A., J. y D. Nieto A. 1997. El cultivo del chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) en México. En: Anonáceas Produção e mercado (Pinha, graviola, etemóia e cherimólia), Reboucas S. J., I. Vilas B., O Magalhaes Me T. Hojo R. (eds.) UESB. Bahia, Brasil. pp. 7-10.
- Andrés A., J. 1999. Adelantos de las investigaciones sobre recursos fitogenéticos de la chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) en el estado de Michoacán, México. Acta Horticulturae 497: 189-194.
- Bewley, J. D. and M. Black. 1983. Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination. Vol. 1 & 2. Corrected Printing of the First Edition. Springer – Verlag, Berlín Germany. 307-375 p.
- Cañizares Z., J. 1966. Las frutas anonáceas. Artículos de anonáceas. La Habana Cuba. pp. 3-63.
- Castillo A.,P., R.B. Muñoz P., M. Rubí A. y J.G. Cruz C. 1996. Métodos de propagación de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.). Revista Chapingo Serie Horticultura 3(2)59-62.
- Cautín, R. 1988. Floración y polinización. Curso producción de chirimoyas. Universidad Católica del Valparaíso Chile. s/p.
- Cautín R.; C. Fassio y A. Ovalle. 1999. Comportamiento que presenta la madera de fructificación en tres sistemas de conducción en chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.). Primer Simposio Internacional sobre Chirimoya. Loja, Ecuador. Departamento de Hortofruticultura. pp. 323-324.
- Cogez, X. and J.P. Lyannaz. 1994. Hand pollination in sugar apple. Fruits 49 (5-6): 359-360.
- Cruz C., J.G. y P.A. Torres L. 1988. El cultivo de la guanábana: Su manejo agronómico. UAM-UV. Xochimilco, México. 40 p.
- Chandler, W. H. 1962. (Trad. J.L. de la Loma) Frutales de hoja perenne. UTEHA. México. pp. 360-396.
- Chatrou W., L. 1999. Las Annonaceae y el proyecto annonaceae: una breve revisión de su estado actual. Primer Simposio Internacional sobre chirimoyas. Loja, Ecuador. Departamento de Hortofruticultura Subtropical. Estación Experimental La Mayoga Málaga, España. 296 p.

- De la Rocha G., G. 1965. Cultivo de la chirimoya y resultados experimentales alcanzados. Primera edición. Ministerio de Agricultura, Instituto de Reforma y Promoción Agraria. Lima, Perú.
- De Smet, S.; X. Scheldeman; J. Romero y P. Van Damme. 1999. Germinación y estructura de la semilla de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) Primer Simposio Internacional sobre Chirimoya. Loja, Ecuador. Departamento de Hortofruticultura. pp. 279-280.
- Dickie, J.B.; S. Linington; T.J. Williams. 1984. Seed Management Techniques. Proceeding of a Workshop at the Royal Botanical Gardens. International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) 294 p.
- Dirección General de Extensión Agrícola (D.G.E.A.). 1983. Informe agropecuario y forestal 1982. México.
- Domínguez M.,O.; S. Cruz.; R. Morales R; O. García B; R.A. Hernández X. y J.G. Cruz C. 2000. Anomiricidas de anonáceas del estado de Veracruz. In: Memorias 2000. I Congreso Nacional de Anonáceas. Chapingo, México. pp. 81-87.
- Encina C., L.; I.M.G Padilla; J.M. Cazorla; N. Ruiz-Camacho y E. Caro. 1999. Cultivo de tejidos en Chirimoya. Primer Simposio Internacional sobre Chirimoya. Loja, Ecuador. Departamento de Hortofruticultura Subtropical. Málaga, España. p. 296.
- Escobar, R. 1981. Enciclopedia Agrícola y de Conocimientos Afines. Tomo I. Escuela Particular de Agricultura de ciudad Juárez, Chihuahua, México. pp. 247-249.
- Evangelina L.,S.; E.M. Valdés E.; G. Mariaca G. y LI. Aldamn L. 2001. Germinación de semillas de *Annona cherimola* Mill. Reunión Interamericana de Ciencias Hortícolas. Oaxtepec, Morelos. México. p. 123.
- Farré, M,J.M., J.M. Hermoso G. y M.A. González P. 1976. Ensayos sobre polinización, cuajado y crecimiento del fruto en chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.). Anales INIAPV. España. 6: 63-92.
- Farré, M,J.M., y J.M. Hermoso G. 1986. El chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.). Criterios para una selección de cultivares. Fruticultura Profesional No. 3 Julio/Agosto. España.
- Farré, M.J.M.; J.M. Hermoso G., E. Guirado y J. Garcia-Tapia. 1999. Técnicas del cultivo del Chirimoyo en España. Acta Horticulturae 497: 105-118.
- Fosket, D. E. 1994. Plant growth and development. A molecular approach. Academic Press. San Diego, Cal., U.S.A. 580 p.
- FSSC, CICTAMEX, S.C. 1991. Biología floral de la chirimoya. Hoja de divulgación No. 53. Coatepec Harinas, Estado de México.

- Gardiazabal I., F. y G. Rosenberg M. 1993. El cultivo del chirimoyo. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Chile. 145 p
- Garwood, N. C. 1995. Studies in Annonaceae. XX. Morphology and Ecology of seedlings, fruits and seeds of selected Panamian species. *Botanischer Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie*. 117 (1-2), 1-152.
- Gastón, L. 1994. Resultados preeliminares en el estudio de la calidad del fruto del guanábano. FONAIAP DIVULGA 32:enero-junio.
- Gazit, S.; I. Galon and H. Podoler. 1982. The role of Nitidulid beetles in natural pollination of *Annona* in Israel. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101 (5): 849-852.
- George, A. P. y R.J. Nissen. 1987. Propagation of *Annona species*: A review. *Scientia Horticulturae*. 33: 75-85.
- George, A. P. y R.J. Nissen. 1993. Annonaceous fruits. *In: Encyclopedia of food Science; Food Technology and Nutrition*. Macraer R.K. Robinson and M.J. Sdler (ed.) Academic Press, London. pp. 195-199.
- Groosberger, D. 1999. La industria de chirimoyo en California. Primer Simposio Internacional sobre chirimoya. Loja Ecuador. Departamento de Hortofruticultura Subtropical. pp. 131-142.
- Guirado S., E.; J.M. Hermoso G.; J. Garcia-Tapia y J.M. Farré. 1999. El chirimoyo en España. Producción comercial. Técnicas de cultivo. Investigación en marcha. Memorias del II Congreso Internacional de Anonáceas. Tuxtla Gutiérrez., Chiapas, México. pp. 43-57
- Guirado S., E.; J.M. Hermoso G.; J. Garcia-Tapia y J.M. Farré. s/f. Polinización del Chirimoyo. En fruticultura. Edit: Junta de Andalucía Consejería de Agricultura y Pesca. 45 p.
- Hayat M.A. 1963. Morfology of seed germination and seedling in *Annona squamosa*. *Bonatical Gazette* 124: 360-362.
- Ibar, L. 1979. Aguacate, Chirimoyo, Mango, Papaya. AEDOS. Barcelona, España. pp. 123-147.
- INIAP. 1989. Informe Anual de Granjas 1988-1989. Quito. pp. 29-34.
- Jacobson, M. 1975. Insecticides from plants; a review of the literature 1954-1971. *Agriculture handbook* 461. Agricultural Research service, USDA. Washington, USA. pp. 6-7.
- Kosiyachinda S. and E.R. Young . 1975. Ethylene production in relation to the initiation of respiratory climateric in fruit. *Plant and Cell Physiology* 16: 595-602.
- Leandro, I. 1979. Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango y papaya. AEDOS. Barcelona. 121-144.

- Lederman I., E. e J.E.F. Bezerra. 1997. Indução e polinização de anonáceas. En: Reboucas S.J., I. Villas B., O. Magalhaes M. e T. Hojo R. (eds) anonáceas. Produção e mercado. (Pinha, graviola, atemóia e cherimóia). UESB. Bahia, Brasil. pp. 142-149.
- León A., L. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Servicio Editorial IICA. San José. pp. 445.
- López L., E. y R. Rojas D. 1992. Artrópodos asociados a la floración del chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) en la localidad de Quillota, Quinta Región de Chile. Acta Ent. Chilena. pp. 101-106
- Lucas R., R. 1964. Apuntes y guía de laboratorio de botánica sistemática. Universidad de Costa Rica (ed). 2ª. Edición. Series Ciencias Naturales No.5. San José, Costa Rica. 86 p.
- Luis LL., F. 1996. Caracterización y selección de frutos de chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) en los Municipios de Chilchota, Tancítaro y Tingambato, Michoacán. Tesis Profesional de Ingeniero Agrónomo Especialista en Zonas Aridas. Licenciatura Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. México. 104 p.
- Manica I. 1997. Taxionomia, morfologia e anatomia. En: Anonáceas Produção e mercado (Pinha, graviola, etemóia e cherimóia), Reboucas S. J.; I. Vilas B., O Magalhaes M. e T. Hojo R. (eds.) UESB. Bahia, Brasil. pp. 20-35.
- Martín M., L. 1991. Descripción pomológica y análisis de componentes del fruto es una colección de cultivares de chirimoya (*Annona Cherimola* Mill.). Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Sevilla, España
- Moncur, M. W. 1988. Floral development of tropical and subtropical fruit and nut species. CSIRI. Australia. 181p.
- Morton, J. F. 1987. Fruits of warm climates. Ed. Curtis F. Duowling Jr. USA. pp. 65-90.
- Nakasone, H. Y. and R.E. Paull. 1998. Annonas. In. Nakasone H.Y. & R.E. Paull (Eds). Tropical fruits. CAB Internacional.UK. pp. 45-75.
- Nava D., C. 1997. Problemas parasitológicos del chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.). Tesis de Maestría. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Méx. 82 p
- Niembro R., A.1983. Arboles y arbustos de México. Trillas 206 p.
- Ochse, J. J.; M.J. Soule Jr.; M.J. Dijkman y C. Wehlburg. 1974. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Vol. I. Limusa. pp- 616-633.
- Ortiz E., L. 1987. La chirimoya. Fruticultura de Michoacán 2 (15): 1-5.
- Pavez M., L. 1985. Respuesta a la polinización artificial y determinación de cambios físicos y químicos del fruto de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) en distintos cultivares en la

- zona de la Cruz. Tesis de Ingeniero Agrónomo Quillota. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 110 p.
- Popenoe, W. 1934. Manual of Tropical and Subtropical Fruit. New York Mac. Millan. pp. 161-165.
- Popenoe, W. 1974. The annonaceous fruits. In: Manual of tropical and subtropical fruits, excluding the banana, coconut, pineapple, citrus fruits, olive and fig. a Facsimile of the 1920 Ed. 44 affner Press a Division of Macmillan Publishing. New York, U.S.A. p. 161-195.
- Rocha G., G. 1967. Cultivo de la chirimoya. Departamento de Fruticultura y Horticultura de la Estación Experimental Agrícola de la "Molina". Ministerio de Agricultura, Perú. 20 p.
- Rodríguez H., C. y D. Nieto A. 1997. Anonáceas con propiedades insecticidas. En Anonáceas Produção e mercado (Pinha, graviola, etemóia e cherimólia), Reboucas S. J., I. Vilas B., O magalhaes M. e T. Hojo R. (eds.) UESB. Bahia, Brasil. pp. 222-239.
- Rubí A., M. 1994. Polinización manual de chirimoya y su relación con amarre, tamaño del fruto y rendimiento. En: Memoria de actividades 1994. Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX. Coatepec Harinas, México. pp. 161-169.
- Ruiz S., E.; A. Morett L. 1997. Las anonas en el México Prehispánico. Congreso Internacional de Anonáceas Chapingo, México. pp. 169-175.
- Ryugo, K. 1987. Fruit-culture: Its science and art. J. Wiley & Sons. U.S.A. 334 p.
- Sánchez S., O. 1979. La Flora del Valle de México. Herrero. México, D.F. 518 p.
- Sanewski, G. 1991. Custard apples, cultivation and crop protection. Queensland Department of Primary Industries. Brisbane, Australia. 103 p.
- Schröder, C. A. 1956. Chirimoyas, Sapotes and Guavas in California. Cal. Avoc. Yrbk. 40:49-51.
- Schroeder, C. A. 1997. Hand pollination of cherimoya improves fruit set. Cal. Avoc. Soc. Yrbk. 67-70.
- Schwanzenberg, F. C. 1946. Polinización artificial del chirimoyo. Agrs. Tec. Chile 6 (2): 156-172.
- Soria T., J.J.; J.M. Hermoso G. y J.M. Farré M. 1993. Polinización artificial del chirimoyo. Resúmenes II Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas Zaragoza. España pp. 15-22
- Undurraga M., L. 1989. El cultivo de la chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) en Chile. III Reunión Técnica de la Red Latinoamericana de Agroindustria de Frutas Tropicales. Producción, transformación y comercialización de frutas tropicales. FACC. ENNC. Colombia. pp. 73-87.

- Van Damme, P.; V. Van Damme and X. Scheldeman. 2000. Ecology and cropping of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) in Latin America. New data Ecuador. *Fruits* 55 (3): 195-206.
- Vidal H., L. 1994. Importancia y distribución de las anonáceas en México. En: Memoria del VII Curso de actualización frutícola "La fruticultura y sus perspectivas para el siglo XXI". Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C. Coatepec Harinas, México. pp. 80-101.
- Worrell, D.B.; M.S. Carrigton and D. J. Hubert. 1994. Growth maturation and ripening of soursop (*Annona muricata* L.). *Fruit. Sci. Hort.* 57: 7-15.