

# Revisión bibliográfica CHIRIMOYA (*Annona cherimola* Miller), FRUTAL TROPICAL Y SUB-TROPICAL DE VALORES PROMISORIOS

## Review

### Chirimoya (*Annona cherimola* Miller), fruit-bearing tropical and sub-tropical of promissory values

María Esther González Vega✉

**ABSTRACT.** The anonaceas fruits, among them cherimoya, present high organoleptic qualities, digestive and nutritious values, *Annona cherimola* Miller species is appreciated too by its medicinal and industrial properties in the national market as international. However, ignorance still exists on their characteristics and potentialities like cultivated plant. The current paper presents a review of the basic information regarding cherimoya and discusses the importance of expansion and conservation of the same one.

**Key words:** anonaceas, cherimola, nutritional value, medicinal properties, propagation

**RESUMEN.** Los frutos de anonáceas, entre ellos la chirimoya, presentan altas cualidades organolépticas, digestivas y nutritivas, además, como especie, la *Annona cherimola* Miller también es apreciada por sus propiedades medicinales e industriales tanto en el mercado nacional como internacional. Sin embargo, aún existe desconocimiento sobre sus características y potencialidades como planta cultivada. En el presente trabajo se exponen informaciones sobre esta especie y se discute la importancia de la expansión y conservación de la misma.

**Palabras clave:** anonáceas, chirimoya, valor nutricional, propiedades medicinales, propagación

## INTRODUCCIÓN

La valorización de los recursos genéticos de especies de frutales no es tarea fácil e implica no solamente la investigación en áreas de la genética, ya que si se pretende que esta valorización sea eficaz es necesario conocer, además del estado actual de los estudios genéticos, la distribución y conservación de dichas especies. El conocimiento sobre la diversidad es la base para la conservación y el uso eficiente de sus recursos genéticos y es frecuentemente desconocida en determinados países y regiones (1).

Dra.C. María Esther González Vega, Investigador Titular del departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, CP 32 700, Cuba.

✉ esther@inca.edu.cu

La familia *Annonaceae* comprende cerca de 2 500 especies agrupadas entre 130 y 140 géneros (2, 3); constituidos por árboles y arbustos, distribuidos en las regiones tropicales de América, Asia, y Madagascar (4, 5). En la familia *Annonaceae* hay géneros que se caracterizan por el interés económico de sus frutos, tal es el caso del género *Annona* spp. que consta de aproximadamente 120 especies, de las que unas 20 se cultivan por dicho interés. Dentro de las especies más cultivadas se encuentran la *Annona cherimola* Miller (6, 7), *Annona squamosa* (8), *Annona muricata* (9) y *Annona reticulata* (10); originarias de Sur o Meso-América. Desde 1982 se ha intensificado la investigación de las especies de este género, debido fundamentalmente al descubrimiento del gran potencial de los productos naturales que contienen, con amplia

variedad de actividades biológicas, que las mismas poseen (11).

De las especies anteriormente citadas *Annona cherimola* M. es la única altamente adaptada a condiciones tropicales y sub-tropicales, el resto solo puede lograr un crecimiento más eficiente en condiciones tropicales. A esta especie la Academia de Ciencias de Estados Unidos de América le ha prestado especial atención en sus publicaciones (12, 13). *Annona cherimola* constituye parte de la flora natural en Centro América y América del Sur. Sus valores medicinales y nutricionales fueron explotados por indígenas antes del descubrimiento del Continente Americano por los europeos donde este frutal ha sido preservado tradicionalmente; aunque aún existe desconocimiento para su cultivo en plantaciones comerciales. A pesar de que esta especie forma parte de la flora nativa de algunos

países como Colombia, Perú, Ecuador y las Islas del Caribe, los conocimientos técnicos en términos de plantaciones, mercadotecnia e industrialización son insuficientes.

*A. cherimola* es muy apreciada por el aroma y el delicado sabor de sus frutos, de aquí que la aceptación desde el punto de vista comercial como fruta exótica sea ampliamente divulgada a nivel internacional, existiendo marcado interés en su expansión. La pulpa de estos frutos es utilizada en forma natural o para la producción de jugos, batidos, helados. Su mercadeo generalmente es a escala local, regional y nacional, raramente ocurre a nivel internacional. Sin embargo, a medida que la chirimoya comienza a ser más conocida es objeto de mayor atención por parte de investigadores, cultivadores y consumidores de un gran número de países (14).

En Cuba, *A. cherimola* es considerada dentro del grupo de las frutas de escasa presencia, y aunque ha ganado espacio como alternativa viable para productores y consumidores, se debe incrementar la atención a este frutal, dado el potencial que representa. Por ello, es necesario estimular la investigación científica relacionada con la actividad biológica de algunos de sus componentes, propiedades medicinales y sus diversas potencialidades en la alimentación humana. Además, esta especie es de significativa importancia en la conservación y restauración de los ecosistemas.

En este trabajo se presentan informaciones de interés desde el punto de vista científico, con respecto a características y perspectivas de esta especie, ya que es necesario actualizar los conocimientos generados por las diferentes investigaciones en el cultivo de *A. cherimola*. Además, pretende contribuir a la valoración de estas plantas y a su conservación; la reproducción mediante huertos, incluso, como un sistema de reforestación en sitios aptos para ello; desarrollo de técnicas de plantación,

control de enfermedades típicas y fomento de árboles con adecuado vigor y estado fitosanitario. Considerando, además, que los resultados de las investigaciones deben influir en el aumento de las poblaciones de plantas de esta especie, pues los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura constituyen la base biológica para la seguridad alimentaria (15, 16).

## CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Algunos de los aspectos de la especie *Annona cherimola* Miller relacionados con la sistemática son los siguientes (17):

Reino: Vegetal  
 Subreino: Embriophyta  
 División: Spermatophyta  
 Subdivisión: Angiospermae  
 Clase: Dicotyledoneae  
 Orden: *Ranales*  
 Suborden: Magnoliales  
 Familia: *Annonaceae*  
 Subfamilia: *Annonoideae*  
 Género: *Annona*  
 Especie: *Annona cherimola* Miller

## FAMILIA ANNONACEAE

La familia *Annonaceae* abarca a un grupo de plantas que producen frutos de sabor exquisito, además, de su importancia económica en algunas regiones del mundo. Está compuesta principalmente por plantas tropicales, siendo muchas de ellas nativas de Ecuador, Perú y Brasil. Las especies, según sus características, se agrupan en comestibles establecidas en plantaciones comerciales, las de uso medicinal, industrial y las empleadas como plantas exóticas y en labores de reforestación. La similitud en las especies de este género causa a menudo confusión en la identificación popular, principalmente debido a las denominaciones regionales (6).

La familia *Annonaceae* comprende cerca de 2 500 especies agrupadas taxonómicamente entre 130 y 140 géneros. Es la familia más

amplia dentro del suborden Magnoliales, el más primitivo de las angiospermas (3, 18). Las plantas pertenecientes a esta familia están distribuidas a través de áreas subtropicales y tropicales; en América (900 especies), África (450 especies) y Australasia (1,200 especies) (Figura 1).

Se plantea que solamente cuatro géneros de la familia *Annonaceae* producen frutos comestibles: *Annona*, *Rollinia*, *Uvaria* y *Ansimina* (19). Los géneros más importantes dentro de esta familia son: *Annona*, *Rollinia* y *Abernona* (20); catalogándose a los géneros *Annona* y *Rollinia* como los más significativos desde el punto de vista comercial (21).

El gran número de especies y taxas en la familia *Annonaceae* y sus consecuentes dificultades para la clasificación, no permiten detallar la variedad en cuanto a flores, frutos y morfología del polen, hábitat, preferencias de hábitat y aspectos de la polinización (22). Esta variabilidad contribuye a explicar su aparente capacidad para ocupar un amplio rango de nichos ecológicos. Estudios en el Amazonas han permitido afirmar que la familia *Annonaceae* está entre las cinco familias de plantas más importantes en términos de diversidad y abundancia de especies (23).



Figura 1. Distribución de la familia *Annonaceae* (Heywood, 1985) (24)

## GÉNERO ANNONA SPP.

El género *Annona* spp. agrupa a varias especies conocidas comúnmente por guanábana,

guanábana cimarrona, anón, chirimoya, mamón, anona blanca, anona del monte, corcho, cabeza de negro (25, 26, 27), así como un grupo de híbridos interespecíficos naturales comúnmente llamados «Atemoyas», pues muchas de las especies son, al parecer, sexualmente compatibles (28).

Las especies más importantes del género *Annona* spp. son: *Annona cherimola* Mill., *Annona muricata* L., *Annona squamosa* L., *Annona reticulata* L., y el híbrido interespecífico *Atemoya* (*A. cherimola* x *A. squamosa*) (20, 29). Aunque se plantea que a *Annona diversifolia* Saff y *Annona montana* Macfad también se le atribuye importancia en varios países, pero su producción se concentra en lugares específicos.

El género *Annona* spp. presenta una amplia diversidad genética, evidenciando los diferentes centros de origen de las especies que lo constituyen. Muchas de estas especies son originarias de América Central y el norte de Sur América. La chirimoya (*A. cherimola*) es una excepción, ya que su origen radica en la región subtropical de los Andes (17). En muchas de las especies de *Annona* el número de cromosomas es  $2n=2x=14$  o 16, a excepción de la especie *A. glabra* que es tetraploide (30). Varias de las especies de este género de la familia *Annonaceae* producen frutos comestibles con una pulpa altamente valorizada, pero debido a la susceptibilidad de la piel de los frutos y al corto período de duración de los mismos, estas especies, no ocupan actualmente un lugar destacado en el comercio de frutas tropicales.

En Cuba, entre las especies del género *Annona* spp. más cultivadas cabe mencionar a *Annona muricata* L., *Annona cherimola* M. y *Annona squamosa* L. y no existen referencias en cuanto a la selección de cultivares.

### **ANNONA CHERIMOLA MILLER**

La *A. cherimola*-chirimoya, (del quechua *chiri*, «frío, fría», *muya*,

«semillas», puesto que germina a elevadas altitudes) es nativa de los Andes Ecuatorianos y Peruanos, y es considerada una de las frutas tropicales más apreciadas dentro del género *Annona* spp. (31, 32). Presenta excelente calidad y valor comercial, siendo cultivada en los Andes, Europa, California y regiones brasileras de clima adecuado. Posee sabor dulce y deliciosa pulpa; se le suele denominar como la reina de los frutos subtropicales (33). Se plantea que la chirimoya es una de las frutas que jugó un importante papel en la vida de los Incas (34).

El árbol de la chirimoya es de crecimiento lento, puede adquirir en su madurez una altura de 7 a 8 m, presenta exuberante follaje, porte erguido y a veces ramificado. El tallo es cilíndrico, de corteza gruesa. Su sistema radicular es superficial y ramificado, originando dos o tres pisos a diferentes alturas, pero poco profundo. Las hojas son simples, enteras, de disposición alterna y de forma ovada u ovada-lanceolada. Las yemas son compuestas y pueden originar brotes mixtos (vegetativos y florales) (35).

Las flores, son muy aromáticas, hermafroditas, presentan seis pétalos amarillentos jaspeados de púrpura, son poco llamativas, solitarias o en ramilletes de dos o tres, sobre un corto e inclinado pedúnculo inserto en las axilas de las hojas. El cáliz consta de tres sépalos de color verde oscuro, pequeños y de forma triangular. La corola está formada por seis pétalos dispuestos en dos verticilos; los tres pétalos exteriores bien desarrollados son carnosos, miden de 2,5 a 4 cm de longitud y la parte superior tiene forma aquillada o triangular; los tres pétalos internos son rudimentarios, en forma de escama, ovalados o triangulares. La parte masculina de la flor consta de numerosos estambres (150-200), dispuestos helicoidalmente muy juntos sobre un receptáculo, formando una masa compacta y blanca oprimida por los pétalos.

La parte femenina posee también elevado número de carpelos (de 100 a 200), con un solo óvulo, dispuesto en espiral, formando un cono compacto en cuyos extremos se encuentran los estilos y estigmas (27).

Al fecundarse los óvulos se desarrolla un fruto compuesto (sincarpo), como consecuencia de la fusión de los carpelos, alrededor de un receptáculo carnoso de forma alargada y cónica. Cuando la polinización es inadecuada y solo se fecundan algunos óvulos de manera irregular, los frutos que se forman son asimétricos y deformes (36, 37). La piel es fina y delicada, la superficie del fruto presenta marcas en forma de U que se corresponden con la zona de unión de los carpelos, pudiendo ser lisa o con pequeñas protuberancias. El peso puede oscilar entre 200 y 800 g (38).

Como en todas las especies de esta familia, este no es un fruto simple sino un agregado de frutos adheridos sobre un solo receptáculo, producto de las pequeñas flores que se fecundan por separado. Así, la chirimoya considerada como perfecta es acorazonada y sólo se consigue en condiciones ideales de polinización abundante y uniforme, hecha por escarabajos, como la mayoría de las especies pertenecientes al suborden Magnoliales, o por la mano humana. La cáscara es delgada y frágil; su superficie verde oscura, casi lisa, lleva como una red de sombras que denota los límites de cada frutilla (34). El interior de la fruta, de color blanco, posee una textura carnosa, blanda, cremosa, moderadamente jugosa, y de sabor dulce; con numerosas semillas de color desde marrón oscuro a negro, el sabor es subácido y delicado, a veces descrito como una mezcla entre la piña, el mango y la fresa. El número de cromosomas de la chirimoya es diploide  $2n=14$  (39), aunque también se ha reportado  $2n = 16$  (40).

## ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

### ORIGEN

La chirimoya es un árbol caducifolio de la familia de las Anonáceas, cuyo origen se remonta a los Andes Peruanos y las montañas de Ecuador, donde crece espontáneamente, aunque algunos historiadores incluyen también las zonas andinas de Chile y Colombia. La provincia de Loja y el llamado valle sagrado de Vilcabamba, en el Ecuador, son los probables centros de biodiversidad. En este valle todavía subsisten rodales silvestres de chirimoya (23).

Se plantea que este frutal ya se había extendido hacia el sur de México, América Central y la parte septentrional de América del Sur cuando lo conocieron los conquistadores en el siglo XVI. Sin embargo, no fue hasta el siglo XVIII cuando las semillas de la chirimoya llegaron a España y Portugal, desde donde pasaron a Italia, Egipto y Palestina, y finalmente al resto del mundo (41). Los españoles la denominaron «manjar blanco» cuando la descubrieron en América. Se cultiva en diferentes países con clima subtropical: Perú, España (en especial en la costa granadina), Chile, Bolivia, Ecuador, EEUU, Colombia, Sudáfrica e Israel.

Aunque es importante destacar que aún existen diversos criterios sobre la localización exacta del centro de origen de la chirimoya, al respecto algunos autores argumentan que la evidencia biológica de la localización exacta del centro de origen de las especies es difícil de definir (10), y más si se considera que las especies de la familia *Annonaceae* tienden a naturalizarse fácilmente. Algunos estudios con el empleo de marcadores moleculares sugieren la posibilidad de Mesoamérica como segundo centro de origen de *A. cherimola* (42).

### DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La chirimoya es un frutal que a pesar de estar muy distribuido se puede decir que su cultivo está poco difundido, por ello se señala que es de escasa importancia a nivel mundial. Existe de forma comercial en Perú, España, Chile, Bolivia, Ecuador, Estados Unidos, Colombia, Sudáfrica, Israel, Argentina, Bolivia, Brasil y México (7, 21, 43). En diversos lugares la producción va destinada al mercado nacional debido a la escasa resistencia del fruto a la manipulación y transportación. Su expansión está muy limitada debido al número reducido de variedades comerciales disponibles, que además, concentran la producción en determinadas fechas y saturan el mercado. Otra razón de su reducida difusión se debe a sus exigencias edafoclimáticas.

España es el primer productor mundial de chirimoya, ha llegado a cultivar más de 3 600 ha en el sur del país (21), con 80 % del total, con denominación de origen las de la Costa de Granada y Málaga. Este frutal está naturalmente adaptado a las condiciones locales de estas regiones, convirtiéndose en un cultivo muy rentable pero que ha alcanzado la saturación de un mercado limitado.

La chirimoya está considerada como un cultivo importante en Chile (44), donde se cultiva en una superficie de alrededor de mil hectáreas para los mercados internacionales, principalmente los Estados Unidos de América, el Japón y diversos países latinoamericanos (45). En los Estados Unidos de América, se cultiva en el sur de California desde 1871; produciéndose para los mercados nacionales y de exportación (14). Pero se destaca que la demanda supera ampliamente a la oferta en los mercados, pues la mayor parte de la fruta nunca sale de California, que es el único estado productor. Fuera de Europa y las Américas, la chirimoya se cultiva en África central, de forma experimental

en Sudáfrica, Tailandia, Indonesia, Australia y, recientemente, en Nueva Zelanda (46).

La chirimoya (*Annona cherimola* M.), se encuentra dentro de las Anonáceas más apreciadas en Cuba, pero su manejo como cultivo es poco conocido por los productores, dado a que su siembra se ha limitado a patios y parcelas, debido a la baja producción de frutos por planta, al ataque de plagas y las dificultades que presenta el manejo poscosecha de la fruta.

### CULTIVARES

La especie *Annona cherimola* se caracteriza por presentar gran diversidad, debido a diferentes factores, dentro de estos, las características hermafroditas de la flor y su comportamiento dicogamoprotogíneo, que promueven el cruce entre individuos o selecciones, así como la propagación por semilla que induce alto grado de variación genética (47). Todo ello, unido a la selección de los mejores frutos, inicialmente por parte de los productores y más tarde por los investigadores, ha conllevado al establecimiento de cultivares con propiedades más o menos fijadas. Atendiendo a esto, un número significativo de cultivares se ha perdido. Además, es de destacar que como la selección de los mejores cultivares se basa en indicadores que aún están en fase de definición, tales como: calidad del fruto, rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, comportamiento durante la cosecha, etc., muchas variedades de las propuestas no son cultivadas, mientras que otras ganan en importancia.

Otros aspectos, desde el punto de vista fenotípico, que se consideran en cada selección o cultivar son la forma de crecimiento de la planta, desarrollo, tipo de fruto, peso, número de semillas y calidad de la pulpa; también es evaluada la apariencia externa, o sea la superficie y color del fruto (29, 48). Los métodos de mejoramiento

convencional han estado encaminados esencialmente a la calidad del fruto, manteniendo conservadas las plantas seleccionadas en bancos de germoplasma.

Algunos de los cultivares más conocidos de *A. cherimola* son 'Fino de Jete', que ocupa el 95 % del área sembrada de chirimoya en España (49), 'Bays', 'Booth', 'White' y 'Pierce' en Estados Unidos de América y Australia (14), 'Reretai' y 'Bronceada' en Nueva Zelanda (50), 'Bronceada' y 'Concha Lisa' en Chile (33) y 'Cumbe' en Perú (48).

Las características del fruto pueden variar dentro de un cultivar, de aquí las dificultades en el proceso de identificación de los cultivares, muchas veces este comportamiento obedece a la interacción genotipo-ambiente (51). La influencia puede estar dada por diferencias en las propiedades del suelo, condiciones del clima, exposición a agentes patógenos, época de la cosecha, edad de las plantaciones, tipo de polinización, etc. (33). En este sentido estudios isoenzimáticos, y análisis con marcadores moleculares como RAPD y AFLP han resultado herramientas muy útiles para la correcta identificación y reclasificación de cultivares de chirimoya (52, 53).

Las características pomológicas de relevancia como el peso de la fruta y el índice de la semilla (número de semillas por 100 g de fruto) muestran rangos muy amplios y ofrecen posibilidades únicas para seleccionar accesiones excepcionales para el cultivo y el mejoramiento futuro de esta especie. La selección preliminar basada en la caracterización *in situ* en determinadas regiones ha mostrado que algunas accesiones locales pueden competir fácilmente con los cultivares de países de exportación de chirimoya.

En el Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT), Cuba, se desarrollan importantes proyectos relacionados con la recuperación de árboles frutícolas de interés, lo que constituye una actividad inminente

ante la erosión genética que amenaza la pérdida de algunos frutales tradicionales; algunas especies de las Anonáceas forman parte de estos estudios, dentro de las cuales cabe mencionar a *Annona cherimola* (54).

## PROPAGACIÓN

En la familia *Annonaceae* el método de propagación tradicional más utilizado es por la vía sexual (semillas), también se puede utilizar la vía asexual (injertos y esquejes). De forma general, en las plantas pertenecientes a esta familia la producción de semillas viables es moderada; sin embargo, el índice de germinación es bajo<sup>1</sup>.

### PROPAGACIÓN POR SEMILLAS

La especie *Annona cherimola* Miller es propagada por diferentes técnicas (55). En condiciones naturales, la chirimoya se dispersa fácilmente por propagación generativa. Esta especie tradicionalmente es propagada por semillas, por ello la amplia diversidad genética en las plantaciones y la variación en la calidad de los frutos (56, 57).

La chirimoya muestra una germinación muy errática, la cual continúa hasta 900 días después de la siembra. Algunos estudios han demostrado que si las semillas se conservan en condiciones adecuadas, de humedad y temperatura, pueden mantener su viabilidad por varios años (58). Algunos autores recomiendan para semillas con tegumento impermeable el tratamiento con gases (59). Otros citan que el tratamiento con reguladores del crecimiento puede ser empleado en semillas para superar la dormancia embrionaria (60).

Se señala que una pre-aplicación de ácido giberélico (GA3) acelera y homogeniza considerablemente la germinación de semillas de chirimoya. Remojar las semillas por 24 horas en una solución de 1,000 ppm GA3 ha resultado un tratamiento efectivo de pre-aplicación, aunque remojar en agua durante 72 horas también ejerce efecto positivo significativo sobre la germinación (34, 48). Generalmente, las plantas son transplantadas cuando alcanzan de 7 a 10 cm de altura.

La germinación de las semillas de la chirimoya también depende de la temperatura, tomando desde tres a cuatro semanas al ser expuestas a temperatura entre 28-32°C, posterior a la conservación por período de tres a seis meses a temperaturas inferiores a <20°C (21).

Las plantaciones de chirimoya, obtenidas a partir de semillas, se caracterizan por elevado nivel de heterocigosis y de segregación genética (56), dando lugar a frutos de inferior calidad. Esto se puede contrarrestar si el germoplasma es seleccionado adecuadamente y si se parte, según los fines que se persigan, de plantas élites (48). Si la propagación del germoplasma de *A. cherimola* se realiza a partir de plantas homocigóticas en las que predomine la autofecundación, es posible obtener líneas puras.

En muchas ocasiones, cuando la polinización cruzada no permite garantizar estas condiciones, se recurre a la propagación vegetativa (29, 61), con el objetivo de homogenizar la calidad del cultivo, lo cual se realiza a partir de un cultivar seleccionado (21). Esto es posible porque la chirimoya puede ser multiplicada agámicamente por injerto y esquejes. La micropropagación por cultivo de tejidos también es aplicable a esta especie, en aras de reducir el tiempo de propagación y obtener otros beneficios en su cultivo (56, 62).

<sup>1</sup>Vieira, M. H. P. e Irber, V. Emergência e taxa de germinação em *Annona coriacea*. In: Congresso Nacional de Botânica. Resumos. Nova Friburgo: Sociedade Botânica do Brasil. 1996, 47 p.

## PROPAGACIÓN POR INJERTO

El injerto es una forma de propagación asexual de las plantas superiores en la cual se ponen en contacto dos porciones de tejido vegetal, de tal manera que se unan y posteriormente se desarrollen, originando una nueva planta (63). Cuando la propagación es a través de injerto, este se realiza sobre el patrón de semilla procedente del mismo cultivar que se va a utilizar como variedad. Es uno de los métodos de propagación más utilizados; el vigor, la longevidad, la producción y calidad del fruto son influenciados por este proceso y por la variedad seleccionada. Se recomienda el injerto en bisel o el de púa empleando los chupones, para obtener mayor estabilidad. Cuando las plantas adquieren, como mínimo, de 1,5 a 2 cm de grosor (medido aproximadamente a 25 cm del suelo) se injertan de yema o de púa lateral o terminal, a unos 50 cm del suelo. Una vez que los árboles alcanzan una altura de 1 m sobre el punto del injerto se plantan en el terreno definitivo, recomendándose que se realice mientras el árbol esté sin hojas y antes de que haya comenzado la brotación.

## PROPAGACIÓN POR ESQUEJES

La propagación por esquejes consiste en la inducción del enraizamiento adventicio en segmentos seleccionados a partir de ramas terminales procedentes de la planta madre, que, una vez sometidos a condiciones favorables, pueden originar una plántula o postura (63). Este método tiene la ventaja de que permite que se obtengan muchas plantas a partir de una misma planta en corto período de tiempo, es una técnica de bajo costo y fácil ejecución.

Para ello se seleccionan ramas semileñosas de las plantas de chirimoya a multiplicar (13-15 cm de longitud y 1-1,25 cm de diámetro) y se pueden combinar tratamientos consistentes en variaciones de

temperatura y empleo de fitohormonas (AIB, AIA, etc.) (55). Se ha informado que posterior a las cuatro-seis semanas tiene lugar el inicio de la formación de callos y enraizamiento, extendiéndose hasta las ocho-doce semanas. Generalmente este proceso tiene un período de duración entre 10-16 semanas, posteriormente se deben esperar unos seis meses para que las plantas sean liberadas para su establecimiento en condiciones de campo (29). Algunos autores consideran como inconvenientes el bajo potencial desde el punto de vista morfológico de las plantas de esta especie, sobre todo para el enraizamiento (55, 64).

## APLICACIONES DE LA BIOTECNOLOGÍA

Las técnicas de cultivo de tejidos han resultado ser eficientes en la propagación de varias especies vegetales; permiten el crecimiento de células, tejidos y órganos aislados de la planta madre y se basan en la totipotencialidad de las células (65). Estas técnicas de micropropagación presentan superioridad con relación a los métodos de propagación vegetativa convencionales, porque originan altas tasas de multiplicación, producción de material libre de patógenos y el espacio requerido para multiplicar un número elevado de plantas es reducido (66).

A nivel internacional existe interés en promover el desarrollo de tecnologías *in vitro* que permitan la propagación y el mejoramiento de especies de plantas con valores comerciales, dentro de ellas, leñosas, semileñosas, ornamentales, alimenticias, para fines industriales y con propiedades medicinales. Además, aquellas especies en peligro de extinción podrían ser priorizadas en términos de conservación de germoplasma (67, 68).

En la micropropagación de especies leñosas existen algunos factores que dificultan el proceso, tales como, la alta variabilidad genética existente en las plantas de

especies nativas y la diferenciación *in vitro*, que es una de las mayores dificultades<sup>2</sup>. Sin embargo, la propagación clonal utilizando técnicas de micropropagación ha mostrado ser factible para las especies de *Annona* (69), sobre todo en la rápida propagación de cultivares seleccionados y líneas estables que no son catalogadas aún como cultivares, permitiendo la obtención de plantas más uniformes desde el punto de vista genético. Además, posibilitan la preservación e intercambio de germoplasma y los estudios relacionados con la biología molecular<sup>2</sup> (70).

Algunos trabajos sobre la propagación *in vitro* de la chirimoya se realizaron en España (62) y Chile (69, 70), donde desarrollaron técnicas y protocolos de embriogénesis somática, organogénesis adventicia y cultivos celulares. Por otra parte, se ha demostrado que la elevada actividad de la polifenoloxidasas en el material vegetal de *A. cherimola* (71) y la alta concentración de compuestos fenólicos, dificulta el cultivo *in vitro* en esta especie, lo que conlleva a desarrollar estrategias que disminuyan estos riesgos, como colectar el material en períodos de baja producción de fenoles, por ejemplo, cuando es alto el crecimiento vegetativo y baja la lignificación (72). Debido a estos problemas remanentes de oxidación fenólica y en ocasiones de contaminación microbiana, *A. cherimola* es una especie que ha sido clasificada como recalcitrante.

Otros estudios refieren el establecimiento de segmentos nodales de un cultivar de chirimoya (*A. cherimola* cv. «Concha lisa»), sobre el medio Nitsh y Nitsh, suplementado con 1 mg.L<sup>-1</sup> de benciladenina (BA) y 0,1 mg.L<sup>-1</sup> de ácido naftalenacético (ANA), donde se obtuvo 50 % de explantes con brotes en inicio y 40 % con brotes desarrollados (73).

<sup>2</sup> Coelho, M. C. F. Germinação de sementes e propagação *in vitro* de sucupira branca [*Pterodon pubescens* (Benth.) Benth.]. [These Mestrado]. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 1999. 119 p

También se ha informado sobre la inducción de brotes a partir de hipocótilos y peciolos de *A. cherimola*, vía organogénesis (74). Otros resultados sobre micropropagación en Anonáceas son los obtenidos a partir de explantes nodales con yemas axilares en el híbrido de *Annona* «Atemoya» (*A. squamosa* x *A. cherimola*), donde se han logrado plantas enraizadas, así como la transferencia de estas a condiciones de campo (75).

En general, la aplicación de los métodos de cultivo de tejidos vegetales en *A. cherimola*, puede permitir la rápida producción de un gran número de plantas, lo que resulta importante desde el punto de vista biológico y económico. Además, los procedimientos de micropropagación también resultan útiles para la conservación de la uniformidad genética y fisiológica de las plantas, entre otros beneficios adicionales (76).

Actualmente las labores de exploración, colección, conservación, evaluación y divulgación de genotipos naturales de *Annona cherimola* Miller, en países donde constituye una especie reconocida en la Flora Nativa, es prioridad en términos de redescubrimiento y conservación de germoplasma nativo y, como se ha señalado en epígrafes precedentes, la propagación por semilla de *A. cherimola* induce alto grado de variabilidad genética (56, 57), del mismo modo sucede cuando es empleado un método de propagación vegetativa convencional, las características hermafroditas de la flor y su comportamiento dicogamoprotogíneo, promueven el cruce entre individuos o selecciones, por lo que la conservación de genotipos «élite» a través de los métodos tradicionales de propagación no resulta siempre efectiva, en este sentido las técnicas de micropropagación pueden constituir alternativas de gran valor.

## ASPECTOS CULTURALES

La planta de *A. cherimola* Miller requiere de climas secos donde no llueva mucho y donde la temperatura no presente extremos de calor ni de frío. Esta especie, en el trópico, crece más favorablemente a alturas entre 1000 y 2000 msnm. Con respecto a la luz, se plantea que es una planta muy competitiva por este factor para la producción, por lo que es conveniente la poda de formación, dejando una copa equilibrada de formas bastante libres abriendo el centro a la luz e intentando, además, facilitar la polinización artificial y la recolección.

*A. cherimola* Miller es sensible al ataque de algunas plagas y enfermedades, lo que va a depender de la región, país, localidad donde se cultiva y probablemente del cultivar (35). Se plantea que el ataque de plagas es uno de los factores que influye en que la siembra de esta especie se vea limitada a patios y parcelas de los productores, además, la exposición a agentes patógenos puede provocar variaciones en las características del fruto dentro de un mismo cultivar, comportamiento relacionado con la interacción genotipo-ambiente (51).

Entre los insectos que resultan perjudiciales a esta especie cabe mencionar a la broca del fruto (*Cerconota annonella*), cuya larva ataca a frutos verdes y maduros provocando oscurecimiento. Su control puede ser cultural, mecánico, biológico con el empleo de *Bacillus thuringiensis*, a través de la aplicación de 70-180 g.100 L<sup>-1</sup> de agua y control químico, cuando el ataque es severo, que puede consistir en la aplicación de Triclorfon 80 % o Carbaril 85 % (77). La broca de la semilla (*Bephratelloides pomorum*), provoca pequeños orificios distribuidos por todo el fruto, el control puede ser químico con Triclorfon 80 %. En el caso de la broca del tronco (*Cratosomus bombina*), la larva penetra en las ramas cavando galerías en dirección al tronco, causando el secado de las ramas y

reducción en la producción (78). En este caso el control cultural consiste en la poda y quema de las ramas dañadas y el químico a través de pinceladas en el tronco y las ramas con una pasta preparada a base de 1 kg de sulfato de cobre, 4 kg de cal hidratada, 100 g de enxofre, 200 g de Diaxinon 40 %, 100 g de cloruro de sodio y 12 L de agua. Otras plagas que pueden causar daños son las cochinillas (*Sassetia nigra*) en las hojas, *Spermologus funereus* en las semillas y *Eurypages pennatus* en frutos inmaduros<sup>3</sup>.

Las principales enfermedades consisten en la podredumbre de las raíces, causada principalmente por *Cylindrocladium clavatum*, que provoca detención del crecimiento, amarillamiento y muerte de la planta, lo que conlleva a altos índices de mortalidad (79) y la Antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, que ataca ramas y hojas provocando manchas oscuras y lesiones; así como podredumbre y caída temprana de flores y frutos. El control de estas enfermedades se puede lograr a través de la aplicación de Benomyl, Zineb y Maneb (77).

Se plantea que la temperatura promedio anual, para *A. cherimola* M., oscila entre 14 y 24°C, siendo el factor climático más importante, la óptima se sitúa entre 16 y 20°C. Las condiciones ideales para obtener un buen cuajado de frutos, durante la época de floración, son temperaturas entre 25 y 28°C y humedades relativas entre 60-70 %. Por debajo de 13°C, en los meses más fríos existe mayor dificultad para obtener frutos comestibles. Es un árbol muy susceptible a las heladas y a temperaturas por debajo de -2°C, las que pueden ocasionar daños irreparables, tanto en la madera como en las hojas y frutos, si dichas condiciones permanecen durante un tiempo prolongado.

<sup>3</sup>Toledo, F.R.N. e J.A. Lombardi. Observacoes acerca da predacao de flores, frutos e sementes em *Annona crassiflora* e *Annona tomentosa* (Annonaceae). In: Simposio Internacional sobre Ecossistemas Florestais, Belo Horizonte, M.G. Forest 96: Resumos. Belo Horizonte: BIOSFERA, 1996, p. 330-331.

En época de floración las temperaturas superiores a 30°C, junto con bajas humedades relativas afectan negativamente a la fecundación al provocar pérdida de receptividad estigmática (80).

Los vientos fuertes también son perjudiciales para la chirimoya ya que sus ramas más jóvenes pueden doblarse por acción del mismo, provocando una mala formación del árbol.

También el viento puede tener un efecto negativo sobre los frutos en su etapa de maduración en el árbol, ya que la piel puede verse dañada debido a los roces que se producen con las ramas, y esto constituye uno de los factores que afecta su comercialización (34).

Esta especie, al igual que las demás del género *Annona* que se cultivan, se adapta a diversos tipos de suelos, como pueden ser arenosos, limo-arenosos, o arcillosos, e incluso se ha visto que crecen bien en suelos pedregosos, solo requiere de que estos tengan un buen drenaje. Es conveniente la aplicación de materia orgánica, y a partir de los análisis de suelo se determinan las dosis de fertilizantes químicos (29). Algo importante en este cultivo es la frecuente carencia de potasio, con la aparición de márgenes foliares con decoloraciones que evolucionan a necrosis (81). Se ha observado que la demanda de nitrógeno se incrementa con el propio desarrollo de la planta (82). Los requerimientos de calcio y magnesio son importantes, sobre todo en la última fase de crecimiento del fruto, previo a la maduración.

Se plantea que *A. cherimola* depende de la micorrización para su óptimo crecimiento, sobre todo se destacan resultados favorables con el empleo de *Glomus deserticola*. Este carácter micotrófico de *A. cherimola* ha sido descrito por varios autores (83, 84).

Recientemente, en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), se han desarrollado algunos estudios relacionados con la

evaluación de diferentes especies de hongos micorrízicos arbusculares en la estimulación del crecimiento en varias especies de frutales, con resultados promisorios, dentro de ellas se encuentran algunas de las especies anonáceas y específicamente la chirimoya. También se han desarrollado investigaciones en esta especie con respecto a la conservación de la semilla y la respuesta a la germinación.

## PROPIEDADES Y USOS

A nivel de fruto, la especie *A. cherimola* es importante por la pulpa, que usualmente es utilizada como alimento en forma fresca, y particularmente para la elaboración de productos industriales alimenticios tales como jugos, yogurt, cremas y productos saborizantes (33, 34). Además de su uso en helados, los productores bolivianos han empezado a incursionar en la comercialización de la pulpa de la fruta en frascos que contienen sólo la pulpa y permiten preservar su contenido por varios meses. También comercializan, licor de chirimoya, dulces, tortas, entre otros.

La fruta fresca se puede consumir de forma simple, aunque en varios países es utilizada en combinación con otras frutas, en la

preparación de ensaladas y batidos con leche o agua, así como en cocktails (35, 56).

Generalmente la pulpa de la chirimoya es muy difícil de procesar debido a la alta oxidación fenólica y la tendencia al oscurecimiento, factores que en ocasiones limitan su uso en la cocina. Sin embargo, son diversos los productos industriales derivados de los extractos de la pulpa de este frutal.

## VALOR NUTRICIONAL

La chirimoya es una fruta muy digestiva y nutritiva, se caracteriza por su alto contenido de agua; posee características muy particulares dada la combinación armónica en su composición de ácidos y azúcares. Estos últimos son el producto de la reducción del almidón, predominando la glucosa (11.75 %) y sacarosa (9.4 %) (85). Los principales ácidos orgánicos en su composición son el ácido cítrico y el ácido málico. En la Tabla I se describe su composición.

Es un frutal pobre en grasas y proteínas, pero dado su alto contenido de azúcares, su valor calórico se clasifica entre moderado y alto, ya que la mayoría de los frutos tienen un Brix superior a 20 grados.

**Tabla I. Composición nutricional de la chirimoya (*Annona cherimola* Miller) en 100 g de pulpa**

No.	Componente	Concentración
1	Agua (%)	75,7
2	Carbohidratos (%)	22,0
3	Fibras (%)	1,8
4	Proteínas (%)	1,0
5	Cenizas (%)	1,0
6	Grasas (%)	0,1
7	Fósforo (mg)	47,0
8	Calcio (mg)	24,0
9	Hierro (mg)	0,4
10	Vitamina A (UI)	10,0
11	Tiamina (mg)	0,06
12	Riboflavina (mg)	0,14
13	Niacina (mg)	0,75
14	Vitamina C (mg)	18,0
15	Calorías (kcal)	81,0

Fuente: Kawamata (1977) (85)



Relacionado con otros nutrientes, se destaca su contenido de potasio y vitamina C. El potasio, es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula.

La vitamina C interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos, así como la resistencia a las infecciones. Además, la vitamina C cumple función antioxidante. Su aporte de fibra mejora el tránsito intestinal y beneficia a múltiples alteraciones y enfermedades.

### VALOR MEDICINAL Y OTROS

La familia *Annonaceae* y dentro de esta la especie *Annona cherimola* (6, 7), se caracteriza por la presencia de numerosas sustancias bioactivas de diversa naturaleza química, en hojas, raíz, frutas y semillas. Esta especie es también conocida como planta medicinal, se plantea que el té elaborado a partir de sus hojas es relajante, así como que sus frutos poseen efecto laxante y garantizan beneficios a la digestión (86).

Los frutos de chirimoya han sido caracterizados, encontrándose que producen una amplia gama de compuestos volátiles. Se han reportado alcaloides, terpenoides, flavonoides, acetogeninas y aceites saponificables (87). La bioactividad de este tipo de metabolitos de plantas pertenecientes a las Anonáceas está asociada a su efecto como insecticidas, actividad citotóxica, antitumoral, antibacterial, pesticida, antimalarial, antileishmaniasis y propiedades antihelmínticas (88, 89).

Estas plantas de la familia *Annonaceae*, contienen en la semilla triglicéridos basados en ácidos grasos saturados e insaturados. Los más característicos son: ácido linoleico, ácido oleico, ácido esteárico, entre otros. Los aceites y otros extractos de la planta contienen trazas de acetogeninas de

reconocida citotoxicidad, que le confieren importantes propiedades e interés a esta familia botánica (90, 91).

### CONSIDERACIONES FINALES

De acuerdo a la información analizada y a que la chirimoya (*Annona cherimola* Miller) es uno de los denominados «cultivos perdidos», a pesar de sus potencialidades desde el punto de vista nutricional, medicinal, industrial y para la conservación de los agroecosistemas, se considera factible encaminar acciones que conlleven al fomento de este importante cultivo, donde las condiciones así lo permitan. Para ello se recomienda ofrecer capacitación en lo referente a su propagación, manejo fitosanitario y labores de poscosecha de la fruta, así como búsqueda de algunos cultivares con características deseables por los productores. Todo ello, probablemente, contribuya a incorporar a la chirimoya a la agroindustria, lo cual puede permitir darle valor agregado al fruto como tal, a través de la elaboración de subproductos que presten una mejor utilidad a los consumidores. El uso óptimo de este potencial frutal puede representar beneficios desde el punto de vista económico y social, por ello resulta indispensable continuar las investigaciones referentes a esta especie.

### REFERENCIAS

1. Segura-Ledesma, S.; Zavala-Robles, D.; Equihua-Cervantes, C.; Andrés-Agustín, J. y Yepes-Torres, E. Los recursos genéticos de frutales en Michoacán. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 2009, vol. 15, no. 3, p. 297-305.
2. Walter, J. W. Contributions for the Gray Herbarium. Pollen, Morphology, phytogeography and Phylogeny of the Annonaceae. Edit. Reed C., Rollins and K. Roby. 1971. 202 p.
3. Mabberley, D. J. The plant-book. A portable dictionary of the higher plants. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 1990, 707 p.

4. Henosos, G. J.; Perez, M.; De Oteyra, M.; Ruiz, A.; Nieto, A. y Farvé, J. M. The Spanish Germoplasm Bank of Chirimoya (*Annona cherimolia* Mill). Ecuador. *Acta Horticultura*, 1999, vol. 497, p. 201-212.
5. Murillo, A. J. Las Annonáceas de Colombia. Biota colombiana. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. 2011, p. 49-58.
6. Lizana, L. A. y Reginato, G. «Cherimoya». Fruits of Tropical and Subtropical. Composition, properties and uses. Florida : Florida Science Source. Lake Alfred. 1990, p. 131-148.
7. Manica, I. Taxionomia, morfología e anatomía. En: A. Rebouças, S. J.; I. Vilas B. S.; O. Magalhaes M. e T. N. Hojo R. (Eds.) Anonáceas. Produção e mercado. (Pinha, graviola, atemóia e cherimóia). UESB. Bahia, Brasil. 1997, p. 20-35.
8. Singh, S. P. Fruit crops for Wasteland. Scientific Publisher, Jodhpur. Indis. 1992.
9. Castro, M.; Cautin, R. y Biancani, L. Evaluation of three disinfection protocols and three protocols for the use of antioxidants in *in vitro* cultivation off cherimoya (*Annona cherimolia* Mill) and three quantitative determination of branch phenolic content. *Acta Horticulture*, 1999, vol. 497, p. 303-307.
10. León, J. Botánica de cultivos tropicales. San José. Costa Rica : IICA. 1987.
11. Smith, N. J. H.; Williams, J. T.; Plucknett, D. L. y Talbot, J. P. Tropical Forests and Their Crops Cornell. New York : University Press. Ithaca. 1992.
12. NAS. Underexploited Tropical Plant with Promising Economic Value. National Academy of Sciences. Washington DC, USA. 1975.
13. NRC. Lost crops of the Incas. Little known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation. National Academy Press. Washington DC, USA. 1989.
14. Grossberger, D. The California cherimoya industry. Proceedings of the First International Symposium on Cherimoya, Loja, Ecuador, 16-19 de marzo de 1999. *Acta Horticulturae*, 1999, 497, p. 131-142.

15. FAO. Report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. FAO, Rome, Italy, 1996. 511 p.
16. Swaminathan, M. S. Enlarging the basis of food security: the role of underutilized species. International Workshop held at the M. S. Swaminathan Research Foundation, 17-19 February 1999, Chennai, India. 1999.
17. Popenoe, J. Status of *Annona* culture in South Florida. Annual Meeting. *Florida State Horticultural Society*, 1975, vol. 87, p. 342-344.
18. Cronquist, A. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York, USA, 1981. 1262 p.
19. Samson, J. A. *Tropical Fruits* 2nd ed. Longman Singapore Publishers Ltd. Singapore. 1986, p. 275-279.
20. Manica, I.; Icumá, I. M.; Junqueira, K. P.; Oliveira, M. A. S.; Cunha, M. M.; Oliveira, J. R.; Junqueira, N. T. V. y Alves, R. T. Frutas Anonáceas: ata ou pinha, atemóia, cherimólia e graviola. Tecnologia de produção, pós-colheita e mercado. Porto Alegre-RS: Editora Cinco Continentes. 2003, 596 p.
21. Sanewski, G. Custard apples, cultivation and crop protection. Queensland Department of Primary Industries, Brisbane, Australia, 1991. 103 p.
22. Chatrou, L. The Annonaceae and the Annonaceae project: a brief overview of the state of affairs. *Acta Horticulturae*, 1999, vol. 497, p. 43-49.
23. Valencia, R.; Balsev, H. y Miño, G. G. High tree alpha diversity in Amazonian Ecuador. *Biodiversity and Conservation*, 1994, vol. 3, p. 21-28.
24. Heywood, V. H. Flowering plants of the world. Croom Helm, London, U.K. & Sydney, Australia. 1985. 336 p.
25. Ochse, J. J.; Soule, J.; Dijkman, M. J. y Wehlburg, C. Annonas. En: Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Mexico City:Editorial Limusa. 1991, p. 616-634.
26. FAO. Cultivos marginados. Otra perspectiva de 1492. Colección FAO, Producción y Protección Vegetal, No. 26, FAO: Rome, Italy. 1992. 339 p.
27. Joly, A. B. Botânica: introdução à taxonomia vegetal. 13. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 2002.
28. Jordan, M. y Botti, C. Tropical and Subtropical Small Fruits. En: Hammerschlag, F. A. and Litz, R. E. Biotechnology of Perennial Fruit Crops. Biotechnology in Agriculture, 1992, no. 8 series C.A.B. U.K.
29. Sanewski, G. M. Growing Custard Apples. Queensland Department of Primary Industries. Information Service, Brisbane, Australia. 1988.
30. Kessler, P. J. A. Annonaceae. En: Kubitzki, K.; Rohwer, J. G. & Brittrich, V. (eds.). The families and genera of vascular plants. Spinger-Verlag, Berlin, Germany. *Flowering Dicotyledons*, 1993, vol. II, p. 93-104.
31. Correa, J. E. y Bernal, Y. H. Especies vegetales promisorias de los países del Convenio Andres Bello. Bogota, Colombia. 1989, vol. 1, p. 194-225.
32. Calzada, J. 143 Frutales nativos. Universidad Nacional Agraria. La Molina. Lima, Perú. 1993, p. 85-91.
33. National Research Council. Lost crops of the Incas, little-known plants of the Andes with promise of worldwide cultivation. Report of an advisory horticultural panel of the committee on technology innovation board of science and technology for international development. Washington D.C. : National Academy Press. 1989, p. 229-385.
34. Gardiazabal, F. y Rosenberg, G. El cultivo del chirimoyo. Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile : Facultad de Agronomía. 1993. 145 p.
35. Morton, J. F. Fruits of warm climates. Creative Resource Systems, Winterville, USA, 1987. 505 p.
36. González, M.; Baeza, E.; Lao, J. L. y Cuevas, J. Pollen load affects Fruit set, and shape in cherimoya. *Sci. Hort.*, 2006, vol. 110, p. 51-56.
37. Vidal, H. L. y Martínez, M. J. Factores involucrados en el desarrollo de frutos asimétricos en guanábano (*Annona muricata* L.). III Cong. Nal. Anonáceas. Villahermosa, Tabasco. 2006. p. 45.
38. Farré Massip, J. M. Informe del viaje a Ecuador y Perú entre el 13 de marzo y el 2 de abril de 1999. Estación Experimental La Mayora, Malaga, Spain, 1999. 12 p.
39. Ronning, C. M.; Schnell, R. J. y Gazit, S. Using randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) markers to identify *Annona* cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 1995, vol. 120, no. 5, p. 726-729.
40. Pascual, L.; Perfectti, F.; Gutierrez, M. y Vargas, A. M. Characterizing isozymes of Spanish cherimoya cultivars. *Hortscience*, 1993, vol. 28, no. 8, p. 845-847.
41. Behr, H. Obstbau auf Madeira. Cherimoyas statt Bananen. *Erwerbsobstbau*, 1992, vol. 34, p. 21-23.
42. Hernoso, J. M.; Pérez, M. A.; Ruiz, A. y Farré, J. M. The Spanish germplasm bank of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Acta Horticulturae*, 1999, vol. 497, p. 201-212.
43. Franco, O. Polinización artificial en anonáceas: una alternativa para mejorar la calidad de fruto. *Ciencias Agrícolas Informa*, 2008, p. 13-17.
44. Corfo, P. Cultivation of chirimoya, papaya and lucumu in Chile. Santiago, Chile : Cooperation of Development of Production. 1984. 54 p.
45. Gardiazabal, F. y Cano, G. (). Characterisation of 10 cherimoya cultivars (*Annona cherimola*) and their response to artificial pollination in Quillota, Chile. *Acta Horticulturae*, 1999, vol. 497, p. 225-237.
46. Rasai, S.; George, A. P. y Kantharajah, A. S. Tissue culture of *Annona* spp. (cherimoya, atemoya, sugar apple and soursop). *Scientia Horticulturae*, 1995, vol. 62, p. 1-14.
47. George, A. P. *Annonaceae*. En: Page, P. E. (ed.) Tropical tree fruits for Australia. Queensland Department of Primary Industries. 1984, p. 35-41.
48. Tijero, R. F. El cultivo del chirimoyo en el Perú. Ediciones Fundeagro, Lima, Peru, 1992. 108 p.

49. Farré Massip, J. M. y Hermoso González, J. M. El chirimoyo en España. En: São José, A. R.; Souza, I. V. B.; Morais, I. V. B. & Rebouças, T. N. H. (eds.). Anonáceas, produção e mercado. Bahia, Brasil, 1997, p. 84-87.
50. Richardson, A. y Anderson, P. A. Hand pollination affects on the set and development of cherimoya (*Annona cherimola*) fruit in a humid clima. *Scientia Horticulturae*, 1996, vol. 65, p. 273-281.
51. Ellstrand, N. C. Cherimoya cultivars. En: Cherimoya handbook, California Growers Association. 1997. 103 p.
52. Perfectti, F. y Pascual, L. Characterization of cherimoya germplasm by isozyme markers. *Fruti Varieties Journal*, 1998, vol. 52, no. 1, p. 53-62.
53. Rahman, M.; Shimada, T.; Yamamoto, T.; Yonemoto, J. Y. y Yoshida, M. Genetical diversity of cherimoya cultivars revealed by amplified fragment length polymorphism (AFLP) analysis. *Breeding Science*, 1998, vol. 48, p. 5-10.
54. Noriega, C. Estudio sobre diferentes especies y cultivares del género *Annonas* spp. En: Resúmenes. III Simposio Internacional de Fruticultura Tropical y Subtropical, Fruticultura (26-30 octubre 2010). La Habana. 2010.
55. Tazzari, L.; Pestelli, P.; Fiorino, P. y Parri, G. Propagation techniques for *Annona cherimola* Mill. *Acta Horticulturae*, 1990, vol. 275, p. 315-321.
56. Bridg, H. Alternativas para la propagacion de chirimoya *Annona cherimola* Mill. *Agricultura Tropical*, 1993, vol. 30, p. 45-57.
57. Purohit, A. Annonaceous fruits. En: Salunkle, D.K. & Kadam, S.S. (eds.). Handbook of fruit science and technology: production, composition, storage and processing. New York, USA. 1995, p. 377-385.
58. Garwood, N. C. Studies in Annonaceae. XX. Morphology and ecology of seedlings, fruits and seeds of selected Panamian species. *Botanischer Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie*, 1995, vol. 117, no. 1-2, p. 1-152.
59. Ribeiro, J. F.; Brito, M. A.; Júnior, E. J. S. y Fonseca, C. E. L. Araticum. Jaboticabal-SP. Editora: Afiliada. Série: Furtas Nativas. 2000. 52 p.
60. Bianchetti, A. Tecnologia de sementes de essências florestais. Brasília. *Revista Brasileira de Sementes*, 1981, vol. 3, no. 3, p. 27-46.
61. Thompson, P. H. The Cherimoya in California. *California Rare Fruit Growers Yearbook*, 1970, no. 2, p. 20-34.
62. Encina, C. L.; Barceló-Muñoz, A.; Herrero-Castaño, A. y F. Pliego-Alfaro. *In Vitro* morphogenesis of juvenile *Annona cherimola* Mill., bud explants. *Hort. Science*, 1994, vol. 69, p. 1053-1059.
63. Fachinello, J. C.; Hoffmann, A.; Nachtigal, J. C.; Kersten, I. y Fortes, E. L. Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. Pelotas. 2ed. UFEPEL. 1994. 178 p.
64. López Encina, C.; Padilla, I. M. G.; Cazorla, J. M. y Caro, E. Tissue culture in cherimoya. *Acta Horticulturae*, 1999, no. 497, p. 289-294.
65. Torres, A. C. y Caldas, L. S. Técnicas e aplicações de cultura de tecidos em plantas. Brasília: ABCTP/EMBRAPA-CNPq. 1990. 433 p.
66. Vuylsteke, D. R. y Ortiz, R. Field performance of conventional vs. *In vitro* propagules of plantain (*Musa* ssp., AAB Group). *HortScience* 1996, vol. 31, no. 5, p. 862-865.
67. Deberg, P. C. y Zimmerman, R. H. Micropropagation technology and application (eds.) Kluwer Academic Publishers, Netherlands. 1990.
68. Drew, R. A. The Application of Biotechnology to the Conservation and Improvement of Tropical and Subtropical Fruit Species. Seed and Plant Genetic Resources. FAO. Rome. 1997.
69. George, E. F. Plant propagation by tissue culture: part I-the technology. 2ed. Edington. *Exegetics limited*, 1993, 574 p.
70. Jordán, M.; Obando, M.; Iturriaga, L.; Goreux, A. y Velozo, J. Organogenesis and regeneration of some Andean fruit species. *Acta Horticulturae* 1993, vol. 336, p. 279-283.
71. Cautín Morales, R. C.; Fassio, C. y Ovalle, A. Productive behaviour of fruiting wood in three systems of trellis systems in cherimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Acta Horticulturae*, 1999, no. 497, p. 315-321.
72. Martínez-Cayuela, M.; Plata, M. C.; Faus, M. J. y Gil, A. Effect of some phenolic carboxylic acids on cherimoya (*Annona cherimola*) olyphenoloxidase activity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1988, vol. 45, p. 215-222.
73. Jordan, M.; Iturriaga, L.; Roveraro, C. y Goreux, A. Promotion of *Annona cherimola* *in vitro* shoot morphogenesis as influenced by antioxidants. *Gartenbauwissenschaft*, 1991, vol. 56, p. 224-227.
74. Jordan, M. Multiple Shoot Formation and Rhizogenesis from Cherimola (*Annona cherimola* L.) Hypocotyls and Petiole Explants. *Gartenbauwissenschaft*, 1988, vol. 53, p. 234-237.
75. Nair, S.; Gupta, P. K. y Mascarenhas, A. F. *In vitro* Propagation of *Annona* Hybrid (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola* L.). *Indian Journal of Horticulture*, 1984, vol. 41, p. 160-165.
76. Davis, J. M. y Keathley, D. E. Micropropagation of Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) En: Bajaj, Y. P. S. (ed) Biotechnology in agriculture and forestry. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg New. *High-Tech and micropropagation*, 1992, vol. 18, p. 25-39.
77. Carvalho, J. A. Marolo: o doce aroma do cerrado. Minas Gerais : Grafica Editora Folha Machadense. 2002. 20 p.
78. Sobrinho, R. B.; Cardoso, J. E. y Freire, F. C. Pragas de friteiras tropicais de importancia agroindustrial. Brasília. EMBRAPA-SPI; Fortaleza : EMBRAPA-CNPAT. 1998. 209 p.
79. Junqueira, N. T. V.; Silva, J. A.; Charcar, M. J. A. y Andrade, L. R. M. *Cylindrocladium* spp. Associados a podridao de raizes de mudas de fruteiras nativas dos cerrados e exóticas. Brasília. *Fitopatologia Brasileira*, 1996, vol. 21, p. 362.

80. Gottsberger, G. Beetle pollination and flowering rhythm of *Annona* spp. (Annonaceae) in Brazil. Vienna. Plant Systematics and Evolution, 1989, vol. 167, no. 3-4, p. 165-187.
81. Navia, V. M. y Valenzuela, J. Sintomatología de deficiencias nutricionales en chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) cv. Bronceada. *Agricultura. Técnica*, 1978, vol. 38, p. 9-14.
82. George, A. P. *Annonaceae*. En: Page, P. E. (ed.) Tropical tree fruits for Australia. Queensland Department of Primary Industries. 1984. p. 35-41.
83. Encina C. L.; Azcon, R. y Barea, J. M. Mycotrophy of *Annona cherimola* and the morphology of its mycorrhizae. *Micorrhiza*, 1994, vol. 4, p. 161-168.
84. Azcón, C.; Encina, C.; Azcón, R. y Barea, J. M. Effect of arbuscular Micorrizha on the growth and development of micropropagated *Annona cherimola* plants. *Agricultura Science in Finland*, 1994, vol. 3, p. 281-288.
85. Kawamata, S. Bulletin studies on determining the sugar composition of fruits by gas-liquid chromatography. *Agricultural Experimental Station Tokio*, 1977, vol. 10, p. 53-67.
86. García-Barriga, H. Flora medicinal de Colombia. Botánica Médica. Tomo I. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. 1974. 173 p.
87. Chen C. Y.; Chang, F. R.; Teng, C. M. y Wu, Y. C. Cheritamine a new *n*-fatty-acyltryptamine and other constituents from the stems of *Annona cherimola*. *Journal of the Chinese Chemical Society*, 1999, vol. 46, p. 77-86.
88. Schlie Guzmán, M.; Vidal López, D. y Moreno Andrade, S. Metabolitos secundarios con actividad citotóxica y antitumoral. En: Recursos Fitogenéticos y sustentabilidad en Chiapas. 2008, p. 33-57 p.
89. Simeon, S.; Rios, J. L. y Villar, A. Antimicrobial activity of *Annona cherimola* Stem Bark alkaloids. *Pharmazie*, 1990, vol. 45, p. 442-443.
90. Leboeuf, M.; Cavé, A.; Bhaumik, P. K.; Mukherjee, B. y Mukherjee, R. The phytochemistry of the Annonaceae. Oxford. *Phytochemistry*, 1982, vol. 21, no. 12, p. 2783-2813.
91. Rios, J. L.; Cortes, D. y Valverde, S. Acetogenesis, aporphinoids and azaanthraquinone from *Annona cherimola* seeds. *Planta Medica*, 1989, vol. 55, no. 3, p. 321-323.

Recibido: 11 de agosto de 2012

Aceptado: 22 de enero 2013

#### ¿Cómo citar?

González Vega, María Esther. Chirimoya (*Annona cherimola* Miller), frutal tropical y sub-tropical de valores promisorios. *Cultivos Tropicales*, 2013, vol. 34, no. 3, p. 52-63.