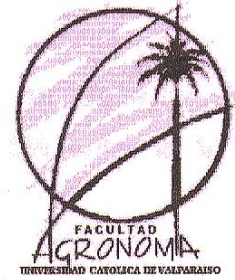




**Pontificia Universidad Católica de Valparaíso**

Fundación Isabel Caces de Brown  
Estación Experimental La Palma  
Casilla 4-D, Quillota-Chile  
Teléfonos 56-32-274501- 56-33-310524  
Fax 56-32-274570, 56-33-313222  
<http://www.agronomia.ucv.cl>



Obtención de frutos partenocárpicos de chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) mediante el uso de reguladores de crecimiento.

Alumna: Gisell Pino.

Profesor Guía: Ricardo Cautín.

Profesor Corrector: Alejandro De Kartzow.

Quillota, Junio del 2008

A mis padres con mucho cariño  
y a mi futuro profesional.

## Índice

Resumen	
Summary	
1. Introducción	1
1.1 Hipótesis de trabajo	3
1.2 Objetivo general	3
1.3 Objetivos específicos	3
2. Revisión bibliográfica	4
2.1 Requerimientos edafoclimáticos	4
2.2 Floración	6
2.3 Polinización	7
2.4 Reguladores de crecimiento	9
2.5 Partenocarpia	11
3. Materiales y métodos	14
3.1 Ubicación del ensayo	14
3.2 Antecedentes técnicos del huerto	14
3.3 Materiales	15
3.4 Métodos	15
3.5 Variables a cuantificar	19
3.6 Análisis estadístico	20
4. Resultados y discusión	22
4.1 Determinación de la época de mayor intensidad de floración	22
4.2 Efecto de los tratamientos sobre el número total de frutos obtenidos	24
4.3 Efecto de los tratamientos sobre el número de frutos sin semillas	27
4.4 Determinación del mejor estado fenológico floral y del mejor tratamiento	30
4.5 Relación del régimen térmico durante el ensayo y el resultado obtenido	31
4.6 Evaluación de la factibilidad técnico-económica	32
5. Conclusiones	34
6. Literatura citada	35
Anexos	

## Resumen

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) es una de las frutas más deliciosas del género *Annona*. Sin embargo, presenta un serio inconveniente; posee un gran número de semillas, lo que genera un cierto rechazo en el consumidor. Por esta razón se propone la idea de obtener frutos sin semillas. La investigación se llevó a cabo en árboles de chirimoya variedad Bronceada, cuyo propósito fue desarrollar frutos partenocárpicos mediante el uso de reguladores de crecimiento. Se evaluó la época de mayor floración, el número de frutos totales, el número de frutos partenocárpicos, el estado fenológico floral y el tratamiento de aplicación de reguladores de crecimiento. Además se analizó el régimen térmico durante el ensayo y su factibilidad técnico-económica. El ensayo constó de 16 tratamientos; dos testigos sólo con aplicación de agua y 14 tratamientos con aplicaciones de giberelinas 250 ppm y/o citoquininas 5 ppm, en diferentes dosis y estados florales. La primera aplicación se realizó el día de mayor intensidad de floración y luego, se siguió según tratamiento. De los 92 frutos obtenidos en este experimento, el 84% fueron partenocárpicos. Los mejores resultados fueron con seis aplicaciones, siendo los frutos tratados inicialmente con la mezcla giberelinas-citoquininas los que generaron la mayor cantidad de fruta sin semillas. El estado fenológico floral hembra presentó la mayor eficacia en la producción de fruta partenocárpica y los mejores tratamientos fueron el 11 y 13, representando en su conjunto el 50% del total de frutos obtenidos. Las temperaturas extremas afectaron el número total de frutos obtenidos. Sin embargo, del análisis técnico-económico se puede concluir que la producción de chirimoyas sin semillas es posible.

## Summary

The cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) is one of the most delicious fruit of the genus *Annona*. However, presents a serious drawback; has a lot of seeds, which generates a certain rejection in the consumer. For this reason it is proposed the idea of obtaining seedless fruit. The research was carried out in cherimoya trees Bronceada variety, whose purpose was to develop parthenocarpic fruits using growth regulators. We evaluated the period of greatest flowering, the number of total fruits, the number of parthenocarpic fruits, the stage phenological floral and the treatment of application of growth regulators. In addition, we examined the thermal regime during the test and its technical-economic feasibility. The test consisted of 16 treatments; two witnesses only with application of water and 14 treatments with applications Gibberellins 250 ppm and/or Cytokinins 5 ppm in different doses and stages floral. The first application was made the day more intense flowering and then continued as treatment. Of the 92 fruits obtained in this experiment, 84% were parthenocarpic. The best results were with six applications, being the fruits treated initially with the mixture Giberelinas-Citoquininas which generated the greater amount of seedless fruit. The stage floral female presented the greater effectiveness in the production of parthenocarpic fruit y the best treatments were the 11 and 13, representing as a whole 50% of the total of obtained fruits. The extreme temperatures affected the total number of obtained fruits. However, the techno-economic analysis can be concluded that the production of cherimoyas seedless is possible.

## 1. Introducción

Chile está considerado dentro de los principales países productores de chirimoyas a nivel mundial. En los últimos años las técnicas de cultivo en chirimoyo han experimentado gran cantidad de variaciones; aumentando la densidad de plantación, mejorando los sistemas de conducción, creando un nuevo concepto de poda con centros de producción frutal y se ha innovado perfeccionando las técnicas de conservación de la fruta en post cosecha.

En Chile la zona de producción de esta especie se encuentra en el valle de Quillota (32°50' LS) y las cercanías de La Serena (30° LS), donde existen un importante número de tipos y ecotipos locales de chirimoya, sin embargo, se cultivan principalmente dos variedades: Concha lisa y Bronceada. La cosecha abarca desde mayo, que viene del valle de Copiapó (28° LS) hasta diciembre en que se cosecha la fruta más tardía de la zona de La Serena (Cautín, 1998).

Las flores del chirimoyo presentan el fenómeno de dicogamia del tipo protoginea, lo que genera un bajo porcentaje de cuaja en forma natural, además estos frutos que pueden cuajar son deformes, debido a la aleatoriedad con que se fertiliza parte de sus óvulos. Para solucionar esta situación se ha recurrido a la polinización artificial. Sin embargo, existen problemas asociados al cultivo como el alto requerimiento de mano de obra, principalmente en polinización manual, lo que genera altos costos de producción.

Por este motivo, hasta el año 2007, según datos extraídos de ODEPA (2007) la superficie nacional del cultivo de chirimoyos, no supera las 1000 ha, a pesar del perfeccionamiento de las técnicas de producción realizadas.

La chirimoya es considerada una de las frutas más deliciosas del género *Annona*, muy agradable de consumir por su suave textura, característico aroma y sabor, generando una gran aceptación como fruta comercial. Sin embargo, presenta un serio inconveniente, posee un gran número de semillas (12 semillas en 100 g de pulpa, en Chile) lo que genera un cierto rechazo en el consumidor.

Por todas estas problemáticas, es de suma importancia implementar ideas innovadoras, para generar alternativas de producción del cultivo, con la firme convicción de aumentar la rentabilidad de los huertos e insertar al chirimoyo como un frutal de importancia en la fruticultura chilena. La propuesta de esta investigación es obtener frutos de chirimoyo sin semillas, con tamaño adecuado para el consumo individual de las personas, sin variación respecto a sus características organolépticas, permitiendo ofrecer al consumidor un producto que satisfaga sus necesidades.

Además, a nivel de productor se hace atractiva la posibilidad de obtener chirimoyas partenocárpicas, si disminuyen los costos de producción del cultivo, específicamente de polinización manual, o se obtiene un mayor ingreso que la fruta tradicional al no poseer semillas, como también desarrollar un proceso eficiente que concentre las aplicaciones de reguladores de crecimiento y no requiera de mano de obra continua.

Esta iniciativa ya ha sido realizada en Chile por Saavedra (1979), dónde estudió el uso de reguladores de crecimiento en frutos de chirimoyo de la variedad Concha lisa, quién señala que sólo las giberelinas realzan significativamente el desarrollo de la fruta y estimulan el crecimiento de las chirimoyas partenocárpicas. El problema es que la fruta que obtuvo, presentó severas grietas antes de la cosecha, inducidas con el tratamiento hormonal o la ausencia de semillas. Esto también le sucedió a Carter (1981).

Por otro lado en Japón, Koura *et al.* (2004) han realizado trabajos con reguladores de crecimiento en chirimoyos dónde la producción de fruta sin semillas es posible, similar a una polinización artificial. También se sabe del uso de giberelinas para producir partenocarpia en otros frutales como vid (Pratt y Shaulis, 1961), perales (Cardoso *et al.*, 2006) y también en hortalizas como el pimiento (Dias *et al.*, 2006).

Esta técnica de producción de fruta partenocárpica contribuye a la extensión del cultivo y del mercado de chirimoyas, ya que la fruta sin semillas inducida por reguladores de crecimiento puede llegar a ser de excelente calidad.

### 1.1 Hipótesis de trabajo

El uso de reguladores de crecimiento en floración genera frutos de chirimoyo sin semillas.

### 1.2 Objetivo general

Determinar el efecto de la aplicación de reguladores de crecimiento en la obtención de frutos partenocárpicos de chirimoyo.

### 1.3 Objetivos específicos

- Definir la época de mayor intensidad de floración en función del parámetro grados día.
- Evaluar el número de frutos de chirimoyo totales obtenidos con el uso de reguladores de crecimiento.
- Evaluar el número de frutos de chirimoyo sin semillas obtenidos con el uso de reguladores de crecimiento.
- Establecer el mejor estado fenológico floral de aplicación para la obtención de fruta sin semillas.
- Establecer el mejor tratamiento utilizado para la obtención de fruta sin semillas.
- Establecer la relación existente entre el régimen térmico durante el ensayo y el resultado obtenido.
- Evaluar la factibilidad técnico-económica de aplicaciones de reguladores de crecimiento.



## 2. Revisión bibliográfica

### 2.1 Requerimientos edafoclimáticos

El chirimoyo, debido a su origen semitropical, requiere climas templados, siendo muy sensible a las heladas en crecimiento activo y plena vegetación. En condiciones tropicales sólo prospera en alturas superiores a 600 m sobre el nivel del mar, donde la temperatura y la humedad no son excesivamente altas (Gardiazábal y Rosenberg, 1993).

Se encuentra adaptado a un clima subtropical fresco, con temperatura media entre 14 y 23°C, según la latitud y la estación. Por debajo de 14°C la calidad del fruto disminuye marcadamente. Se puede decir que las temperaturas entre 15 y 25°C definen el óptimo de crecimiento, siempre que no haya limitaciones en el aporte hídrico (Guirado *et al.*, 2003).

Este frutal es muy sensible a las temperaturas extremas, a 2°C se producen daños importantes en hojas, frutos y tallos. También se producen daños considerables cuando se alcanzan en verano los 33°C, a esta temperatura la calidad del polen disminuye y sus efectos negativos se dejan sentir durante varios días. El cuajado del fruto se ve seriamente afectado cuando la temperatura media máxima supera los 29°C, también se produce la caída de frutos recién cuajados, así como quemaduras en hojas y frutos muy expuestos al sol (Guirado *et al.*, 2003).

Se ha comprobado, que las altas temperaturas del verano, principalmente en los meses de diciembre, enero y febrero, traen consigo bajas en la producción del chirimoyo. Esto posiblemente se debe a que las altas temperaturas acentúan la dicogamia de esta especie, o el calor genera una menor humedad relativa del ambiente, lo que provocaría un desecamiento de los pistilos de la flor, disminuyendo el tiempo de receptividad del estado femenino (Gardiazábal y Rosenberg, 1993).

Debido que el chirimoyo es una especie susceptible a las bajas temperaturas, sólo prospera bien en climas templados. Su cultivo en Chile está limitado en: Azapa, Vallenar, La Serena, La Ligua, La Cruz y Quillota, cuyas condiciones climáticas se asemejan a un clima semitropical, relativamente frío, especialmente en las localidades ubicadas en el valle de Aconcagua. Se ha observado en la zona de Quillota-La Cruz, en años fríos, que la resistencia al daño de heladas es semejante a la del palto Hass (es decir  $-1,1^{\circ}\text{C}$ ). Sin embargo, esta característica depende de otros factores como: época en que se produzca la helada (temprano o tarde en el invierno), vigor de los árboles, estado sanitario de ellos, cantidad de frutos, entre otros (Gardiazábal y Rosenberg, 1993).

Por otro lado, según Ibar (1986), no se debe tener la plantación de chirimoyos en lugares expuestos a vientos marinos o vientos fuertes y se recomienda una humedad atmosférica relativa media entre 50 y 70%. Para una buena polinización, es precisa una temperatura de 16 a  $20^{\circ}\text{C}$ , lo cual confirma los pocos frutos obtenidos de las floraciones iniciales cada temporada cuando la temperatura ambiente es baja.

Guirado *et al.* (2003) señalan que los vientos continuos durante la floración del chirimoyo disminuyen el cuajado de los frutos y también, influyen negativamente en el crecimiento vegetativo de los árboles. Además, el viento afecta en la formación de los árboles de chirimoyo, en invierno los vientos muy fuertes son capaces de soltar y arrancar árboles nuevos e incluso adultos (Gardiazábal y Rosenberg, 1993).

El chirimoyo es poco exigente en suelos, desarrollándose desde pesados a muy ligeros, aunque los mejores resultados se obtienen en los suelos de tipo franco, con buen nivel de materia orgánica y buen drenaje. Tolerancia cierta alcalinidad, vegetando bien en suelos con pH 7,5-8,5 y hasta un 30% de carbonatos (Guirado *et al.*, 2003).

Sin embargo, se ha observado que los árboles de chirimoyo logran un máximo desarrollo y producción, en suelos arenosos y bien aireados, como los ubicados cerca de Coquimbo en Chile, decreciendo su vigor a medida que los suelos se hacen más densos. El pH del suelo más adecuado sería entre 6,0 y 7,5 (Gardiazábal y Rosenberg, 1993).

## 2.2 Floración

Las flores del chirimoyo son hermafroditas, poco aparentes, aromáticas y colgantes. Son producidas en ramillas desarrolladas en la misma temporada de crecimiento vegetativo, crecen opuestas a una hoja, solitarias o en grupos. La mayoría de las *Annonas* se caracterizan por ser dicogamas y protogineas, lo que explica, la mala cuaja y la obtención de frutos de peso reducido y deformes (Gardiazábal y Rosenberg, 1993).

Fisiológicamente las flores, pese a ser completas, presentan maduración de los sexos a destiempo, fenómeno que se conoce como dicogamia y que para el caso de esta especie, es del tipo protoginea, es decir madura primero la parte femenina (Cautín, 1988).

La dicogamia del chirimoyo provoca que el cuajado natural sea frecuentemente errático, especialmente en zonas ventosas. Existen grandes áreas dónde sólo cuajan del 1 al 2% de las flores (Guirado et al., 2003).

El hábito dicogámico de esta especie es el responsable del bajo porcentaje de polinización y fertilización de flores. Los estigmas permanecen receptivos durante todo el período en que la flor esta en estado femenino. En cambio, a medida que se acerca el momento que la flor muestra su apertura total para iniciar el estado masculino, un gran número de pistilos dejan de ser receptivos (Gardiazábal y Rosenberg, 1993).

En Chile, la mayor intensidad de floración del chirimoyo ocurre entre enero y febrero de cada año (Saavedra, 1977). Además, se ha visto que la antesis o apertura floral comienza desde la parte superior de la copa de los árboles hacia abajo y desde la periferia hacia el interior (Gardiazábal y Rosenberg, 1993).

La flor de chirimoyo permanece abierta durante unas horas, diferenciándose los siguientes estados florales: flor cerrada, flor en estado pre-hembra, flor en estado hembra y flor en estado macho (Guirado *et al.*, 2003).

La flor una vez alcanzado el estado hembra en su segundo día, pasará a estado macho, tanto si continúa en el árbol como si es separada del mismo. Estas flores cambian de estado durante el día, de las 13:00 h a las 14:00 h suele pasar de estado pre-hembra a estado hembra, y de las 16:00 h a las 18:00 h de estado hembra a estado macho (Guirado *et al.*, 2003).

Según Schroeder (1943), la fase receptiva dura de 2 a 7 h. Además, señala que esta fase se acorta bajo condiciones de alta temperatura o baja humedad. Sin embargo, con las nuevas técnicas de cultivo hoy en día esta fase ha aumentado considerablemente.

Finalmente, se ha observado que transcurren de 4 a 7 meses desde el cuajado de la flor hasta la maduración del fruto, según el cultivar y la temperatura media del ambiente (Guirado *et al.*, 2003).

Los frutos, en general, se ajustan a dos modalidades de crecimiento de acuerdo con su aumento progresivo de tamaño, desde la cuaja hasta lograr su pleno desarrollo. Unos crecen siguiendo una curva sigmoidea simple, mientras que otros lo hacen ajustándose a una sigmoidea doble, como la chirimoya (Razeto, 1999).

### 2.3 Polinización

La polinización es el proceso de transporte de los granos de polen desde los estambres (órganos masculinos) al pistilo (órgano femenino) de la flor. Una vez que el grano de polen cae sobre el estigma, es hidratado por el líquido estigmático, comienza a germinar y desarrolla el tubo polínico, el cual penetra a través del estilo y fecunda el óvulo, originando la semilla del fruto (Razeto, 1999).

Según Saavedra (1977), los insectos raramente visitan las flores de chirimoya en Chile, lo cual sugiere que esta polinización entomófila sólo juega un rol secundario.

Aunque no se conocen con exactitud los insectos polinizadores del chirimoyo en los Andes centrales, se cree que la polinización es realizada por coleópteros. Es probable que no se hayan introducido en las nuevas regiones productoras de Chile. El chirimoyo fue introducido por semilla, lo cual impidió la importación conjunta del insecto polinizador. Las especies autóctonas se han mostrado incapaces, en la mayoría de los casos, de garantizar una polinización suficiente en las nuevas áreas de cultivo (Soria *et al.*, 1990).

Schroeder (1941) señala que la fisiología de la flor hace muy dificultosa la autopolinización debido a que este frutal muestra dicogamia del tipo protoginea, lo que significa que los pistilos han dejado de ser receptivos cuando se difunde el polen.

La polinización artificial, a pesar de constituir una práctica lenta y tediosa, puede resultar viable en frutales con problemas naturales de polinización, cuya fruta es de alto valor. En la mayoría de las especies frutales, la presencia de semillas es indispensable para que el fruto cuaje, crezca y madure. De modo que si no hay polinización y posterior fecundación de los óvulos, la flor o el frutito pequeño aborta y cae. Incluso, en aquellos que tienen varias o muchas semillas, el tamaño que logra el fruto es proporcional al número de semillas presentes. Esto ocurre en la chirimoya (Razeto, 1999).

Por otro lado, el fruto del chirimoyo corresponde a un sincarpio procedente de una sola flor, formado por un conjunto de pistilos unidos, constituyendo una estructura sólida. Para que el fruto tenga un tamaño y forma adecuada, deben ser polinizados todos estos pistilos. Es por ello que la polinización artificial frente a los problemas descritos, surge como una de las normas de manejo de mayor importancia en la producción comercial (Cautín, 1988).

El mayor inconveniente de la polinización artificial es la gran exigencia de mano de obra, lo que constituye más del 40% de los costos de producción del cultivo (Soria *et al.*, 1990).

## 2.4 Reguladores de crecimiento

Una hormona es una sustancia orgánica sintetizada en una parte de la planta, dónde puede causar un efecto fisiológico en muy baja concentración y que es translocada a otra parte en la que también produce un efecto. Una fitohormona puede causar una cantidad de respuestas diferentes según el tipo y edad de tejidos y órganos, lo que motivó la denominación de reguladores de crecimiento. Actualmente se reconocen cinco grupos de fitohormonas naturales: auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico y etileno. Por otra parte, numerosos compuestos han sido producidos artificialmente y producen efectos similares a las hormonas, son los reguladores o biorreguladores sintéticos (Gil, 2000).

Las giberelinas (GAs) son compuestos naturales que actúan como reguladores endógenos de crecimiento y desarrollo en vegetales superiores. Los efectos más evidentes se observan en la germinación de semillas, la estimulación del crecimiento del tallo, inducción de partenocarpia y liberación de enzimas hidrolíticas (Talón, 2000).

Las giberelinas son ácidos diterpenoides identificados por un número, entre los cuales el más conocido es el ácido giberélico ( $GA_3$ ). Su síntesis ocurre en órganos nuevos, como óvulos, ovarios, semillas, hojas, ápices radicales y brotes. El transporte no es polar y su acción celular se traduce en estímulo de la división, inducción de hidrólisis de almidón ( $\alpha$  amilasa) y sucrosa para formar glucosa y fructosa, favoreciendo la liberación de energía y haciendo más negativo el potencial hídrico, por lo tanto, entrando agua, y con esto provocando el aumento de la plasticidad de la pared celular (Gil, 2000).

El ácido giberélico ( $GA_3$ ) estimula la división, elongación y extensibilidad de la pared celular, traduciéndose esto en un efecto sobre el alargamiento de los internudos de las plantas, la cuaja y el tamaño final de los frutos (Taiz y Seiger, 1998).

Las giberelinas (GAs) son activos promotores de la división celular y su presencia se asocia con el crecimiento. En los agrios se ha demostrado que la aplicación de GAs a los ovarios durante la antesis promueve su desarrollo a través de un estímulo en el transporte de elementos minerales y fotoasimilados hacia él. Las GAs se sintetizan mayoritariamente en las semillas y estas incrementan sus niveles conforme crece el fruto (Agustí, 2000).

Otros frutos tratados con ácido giberélico como berries, manzanas, peras y duraznos son elongados por este promotor del crecimiento. Este fenómeno parece ser causado por la elongación de sus células en direcciones definidas y no se observa un efecto en el aumento del número de células (Saavedra, 1979).

Las giberelinas provocan el desarrollo de frutos partenocárpicos en algunas especies, lo que sugiere su participación normal en el crecimiento del fruto. Además, las giberelinas que se forman en las hojas jóvenes también pueden renovar la actividad del cambium en plantas leñosas, ya que poseen la capacidad única entre las hormonas vegetales de estimular el crecimiento generalizado de plantas intactas de muchas especies (Salisbury y Ross, 1994).

Por otra parte, las citocininas naturales son derivadas de purinas, especialmente adenina. La función básica es promover división celular en presencia de auxina, pero también expansión celular. La síntesis ocurre en el ápice radical y en el tejido reproductor de frutos. El transporte es rápido desde la raíz a toda la planta por la savia del xilema, pero, una vez en tejidos vivos, el transporte es acrotónico o bien no existe (Gil, 2000).

Las citoquininas también se han mostrado activas en el proceso de división celular. Estas hormonas, al igual que las GAs incrementan su concentración en el ovario durante la antesis. Se ha sugerido que al igual que aquellas y probablemente, junto con ellas, son también responsables del estímulo que promueve la división celular y de la reactivación del crecimiento del fruto tras la antesis, posibilitando de este modo su cuajado. Su acción es similar a las GAs, incrementando la capacidad sumidero del ovario y activando hacia él el transporte de elementos minerales y carbohidratos (Agustí, 2000).

Las citoquininas están implicadas en los procesos de división celular, proliferación de yemas axilares, neoformación de órganos in vitro, senescencia foliar, desarrollo de los cloroplastos y floración. En la mayoría de estos procesos, las citoquininas actúan junto a otros estímulos, especialmente hormonales y ambientales. Dentro de las aplicaciones comerciales, en combinación con giberelinas, las citoquininas se utilizan para controlar la forma y tamaño de los frutos de algunas variedades de manzano (Segura, 2000).

Según Taiz y Seiger (1998) al usar en manzanas la mezcla de citoquininas y giberelinas se produce una elongación de sus frutos, sobre todo en las del tipo Delicious, bajo ciertas condiciones se mejora su forma considerablemente. Además, este tratamiento no afecta el nivel de producción ni el sabor de la fruta, lo que es comercialmente deseable.

## 2.5 Partenocarpia

En frutos de cítricos con semillas, su desarrollo depende de éstas. Su eliminación o la emasculación que evita su formación, detienen el desarrollo del fruto y producen su abscisión. Pero en éstos la aplicación de hormonas restituye el crecimiento, dando lugar a frutos partenocárpicos. En otros casos, la aplicación exógena de hormonas antes, durante o después de la anthesis induce el crecimiento partenocárpico del fruto de flores intactas. Por lo tanto, son las hormonas producidas por las semillas las que regulan el crecimiento del fruto (Agustí, 2000).

Los frutos con semillas poseen, un contenido más elevado en hormonas que aquellos que proceden de flores emasculadas y que no las han desarrollado. Sin embargo, los frutos genéticamente partenocárpicos contienen niveles suficientes de GAs para iniciar y completar satisfactoriamente su crecimiento. Son las paredes del ovario las que asumen el papel de órgano de síntesis hormonal. En algunas variedades de clementinas, la aplicación exógena compensa su déficit natural y es posible lograr, de este modo, un desarrollo normal del fruto hasta la maduración (Agustí, 2000).

El ácido giberélico, es una hormona muy usada en la producción de fruta, sobre todo en uva de mesa. Se usa para aumentar el tamaño de las uvas sin semilla, debido a que éstas son las encargadas de proporcionar las cantidades suficientes para el crecimiento de las bayas, y en su ausencia el crecimiento es restringido (Taiz y Seiger, 1998).

La apirenia (carencia de semilla) en vid, puede inducirse externamente, en genotipos tales como Moscatel de Alejandría, Italia pirovano, Ribier y Emperor, usando aplicaciones de estreptomycin y/o GA<sub>3</sub> en distintas dosis, en estados fenológicos de pre, plena y/o post-floración (Valenzuela y Lobato, 2000).



Las giberelinas fueron utilizadas por Pratt y Shaulis (1961) para inducir apirenia en dos variedades semilladas de uva, con aplicaciones en floración (cv. Freedom y Concord, en dosis de 100 y 200 ppm respectivamente), pero las bayas obtenidas fueron de menor calibre que aquellas no tratadas con GA<sub>3</sub> o incluso aquellas con una semilla.

En un ensayo realizado por Cardoso *et al.* (2006), para obtener partenocarpia en peras cv. Garber, fue utilizado entre otros, el ácido giberélico, obteniéndose con este último 20% de partenocarpia en los frutos tratados, convirtiéndose en el mejor resultado obtenido de todos los reguladores de crecimiento que estaban en estudio.

Saavedra (1979) realizó un experimento en Chile, donde estudió el uso de promotores de crecimiento en frutos de chirimoyo de la variedad Concha lisa, con concentraciones de 50 a 1600 ppm de GA<sub>3</sub> desde antesis hasta cinco aplicaciones a la fruta en desarrollo a intervalos de tres semanas.

Concluyó que una aplicación de GA<sub>3</sub> en antesis induce un desarrollo completo de la fruta en todas las concentraciones usadas. Sin embargo, todos frutos se caen después de un período variable. Sin embargo, la fruta en desarrollo tratada con cinco aplicaciones de GA<sub>3</sub> fue generalmente obteniendo un incremento hasta llegar a su madurez, dependiendo de la concentración de GA<sub>3</sub> aplicada. Estas cinco aplicaciones inducen el crecimiento en un patrón similar al de los frutos polinizados y el tamaño final es proporcional a la concentración usada. Las chirimoyas en su experimento mostraron un patrón doble sigmoideo en sus curvas de crecimiento. La primera fase de 110 a 140 días es completamente cubierta por aplicaciones de GA<sub>3</sub> (15 semanas). La segunda fase es de 30 a 50 días y la tercera fase es de 90 a 100 días (Saavedra, 1979).

Sin embargo, se observaron profundas grietas poco después del comienzo de la tercera fase de crecimiento (190 a 210 días después de antesis) en la mayoría de los frutos tratados con GA<sub>3</sub>. Estos presentan un espacio de aire alrededor de la cavidad de las semillas, que puede ser útil para amortiguar algún fenómeno de dilatación al interior de los frutos, causados quizás, por variaciones diurnas o potenciales de agua (Saavedra, 1979).

Por otro lado, las chirimoyas son sincarpicas compuestas por numerosos carpelos y una posible elongación posterior puede debilitar las conexiones y causar en ellas grietas, con lo cual comienza el rajado de los frutos cerca del pedúnculo y entre los carpelos. Además, es posible que el papel de las giberelinas sea determinante en el patrón de la pared secundaria, que es lo que se observó en el tejido fino del pedúnculo de la fruta, quizás, altas aplicaciones de GA<sub>3</sub> pueden inducir cambios morfológicos en los pedúnculos, lo que sugiere una de las causas atribuidas a la fruta con grietas (Saavedra, 1979).

Carter (1981) también realizó un experimento de chirimoyas partenocárpicas, utilizó concentraciones de 100 a 1200 ppm de GA<sub>3</sub> con una primera aplicación previa antesis y posteriormente al fruto hasta completar dieciséis semanas. Los resultados fueron sobre el 95% de cuaja y ausencia total de semillas en todos los tratamientos. Además se redujo la abscisión de fruta aumentando las dosis de GA<sub>3</sub> y disminuyendo el tiempo entre cada aplicación. Se generaron frutos simétricos y con partidura proporcional a su tamaño.

Por otro lado en Japón, Koura *et al.* (2004) señalan que es posible producir frutos de chirimoyas sin semillas o con una menor cantidad de éstas, a través de cinco usos sucesivos de GA<sub>3</sub> sobre el cultivar big sister. Pero, sugieren que es deseable reducir el número de aplicaciones de GA<sub>3</sub>. Descubrieron que el período eficaz de tratamiento con GA<sub>3</sub> era a partir de uno a cuatro días antes, hasta un día después de antesis para los cultivares Big sister y Suiho. Además, con cinco aplicaciones siguientes la producción de fruta sin semillas era posible, similar a una polinización artificial.

Las soluciones de ácido giberélico que ocuparon fueron de 500 ppm y 1600 ppm, con aplicaciones en antesis, 20, 50, 80 y 110 días después de antesis. El porcentaje de fruta fue determinado 20 días después de antesis y el número de fruta con y sin semillas, así como la calidad de la fruta fue determinado en la cosecha (Koura *et al.*, 2004).

Finalmente, pudieron concluir que la producción de fruta sin semillas era posible, similar a una polinización artificial. Esta técnica de producción contribuye a la extensión del cultivo y del mercado de chirimoya en Japón, ya que la fruta sin semillas inducida por este método para el cultivar Suiho tiene una excelente calidad (Koura *et al.*, 2004).

### 3. Materiales y métodos

#### 3.1 Ubicación del ensayo

El estudio se llevó a cabo durante el año 2007 en el huerto de chirimoyos de la Estación Experimental La Palma, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, ubicado en el sector rural La Palma, Provincia de Quillota, región de Valparaíso, Chile.

Según Novoa *et al.* (1989) el agroclima de Quillota se encuentra en el sector poniente del valle de Aconcagua, latitudes 32°10' S. El régimen térmico de esta zona se caracteriza por una temperatura media anual de 15,3°C con una máxima del mes más cálido (enero) de 27°C y una mínima del mes más frío (julio) de 5,5°C. El período libre de heladas aprovechable es de nueve meses de septiembre a mayo. Las horas frío de marzo a noviembre llegan a 500. El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual de 437 mm, siendo el mes de junio el más lluvioso con 125 mm. La estación seca es de ocho meses.

#### 3.2 Antecedentes técnicos del huerto

El ensayo se realizó en árboles de chirimoyo de la variedad bronceada, plantados en el año 1985, injertados sobre patrón franco, con distancia de plantación de 6x4 m, en un suelo franco arcilloso.

Los árboles están conducidos en vaso con 4 a 6 ramas principales, alcanzando una altura de 3 m aproximadamente. El sistema de riego es presurizado con goteros de 4 l/h, distanciados a 1 m en el lateral, es decir, presentan cuatro goteros por planta.

### 3.3 Materiales

Son elegidos 24 árboles al azar del huerto de chirimoyos el 11 de enero del 2007, según su condición sanitaria, cantidad de flores presentes y crecimiento vegetativo homogéneo. Estos son marcados con cinta reflectante y etiquetados, para no ser polinizados.

Dentro de cada parcela se escogieron 30 flores aproximadamente para cada tratamiento, concentradas en una ubicación específica de norte a sur. Estas flores se encontraban insertas en ramillas de distinto vigor, se utilizaron preferentemente las ubicadas en ramillas débiles y semivigorosas, a una altura entre 0,5 m y 2,0 m desde el suelo, ubicadas tanto en el interior como en el exterior del árbol. Las flores elegidas fueron marcadas con lanas de diferentes colores según tratamiento y etiquetas de identificación.

Los reguladores de crecimiento utilizados fueron giberelina y citoquinina pura, También se requiere de agua para las soluciones y para los tratamientos testigos. Además se usaron recipientes plásticos de 0,5 l; 1,5 l y 2,5 l para las soluciones, otros de 100 ml con 5 cm de diámetro para aplicaciones en floración y de 200 ml con 8 cm de diámetro para frutos.

### 3.4 Métodos

Se realizó un conteo de flores totales pre hembra, hembra y hembra tardía, en tres árboles distintos, para obtener un promedio de flores totales, con el objetivo de evaluar periódicamente un 5% de éste total de flores a tres árboles distintos para cada estado y medir el número de flores presentes, registrándose un promedio en porcentaje de flores para cada fecha de medición.

Estas mediciones se hicieron semanalmente desde el 03 de enero del 2007 hasta el 19 de marzo del 2007, con el fin de determinar el período de mayor concentración de flores, para comenzar las aplicaciones de reguladores de crecimiento.

Al mismo tiempo, se realizó un registro de cuantificación de grados día, para el cual se utilizó la siguiente fórmula entregada por Cautín, 2007<sup>5</sup>:  $[(T^{\circ} \text{ max.} + T^{\circ} \text{ min.}) / 2] - 12,5$ . Ocupándose las temperaturas de la estación climatológica Quillota.

Este conteo comenzó el día del deshoje de los árboles, que corresponde al 18 de noviembre del 2006, hasta el día de mayor intensidad de floración, que es el que se obtuvo del conteo de flores anteriormente señalado. El objetivo de la cuantificación de grados día es saber de forma técnica y precisa, independiente del huerto o lugar que se encuentre, a cuantos grados día acumulados corresponde la mayor concentración de flores del chirimoyo para comenzar con las aplicaciones de reguladores de crecimiento.

Las aplicaciones de reguladores de crecimiento fueron efectuadas con: giberelinas y la mezcla giberelinas-citoquininas. Las aplicaciones de giberelinas se realizaron en dosis de 250 ppm i.a., surfactante al 0.01% y ácido cítrico al 0.02% para acidificar la solución, con el objetivo de lograr una mejor penetración de las giberelinas. Para la mezcla, además se agregó citoquininas en una dosis de 5 ppm i.a..

Estas concentraciones fueron utilizadas en diferentes dosis y estados florales para 14 tratamientos realizados por inmersión manual, además de dos tratamientos testigos sólo con aplicación de agua. Es decir, se realizaron en total 16 tratamientos (Cuadro 1).

Se comenzaron las aplicaciones en plena floración y según el tratamiento, se repitieron estas aplicaciones 20 días después a los frutos, y así cada 20 días hasta completar seis aplicaciones. La primera aplicación se llevó a cabo el 16 de enero del 2007 finalizando el 02 de mayo del 2007.

---

Cautín, R. 2007. Ing. Agr. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Comunicación personal.

Cuadro 1: Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Estado floral	Dosis	Fechas de aplicación
1	Hembra	G	16-01-2007
2	Hembra tardía	G	16-01-2007
3	Hembra	G G G G G G	17-01-2007 05-02-2007 26-02-2007 19-03-2007 10-04-2007 02-05-2007
4	Hembra tardía	G G G G G G	17-01-2007 05-02-2007 26-02-2007 19-03-2007 10-04-2007 02-05-2007
5	Hembra	G G G+C G G G	18-01-2007 05-02-2007 26-02-2007 19-03-2007 10-04-2007 02-05-2007
6	Hembra tardía	G G G+C G G G	18-01-2007 05-02-2007 26-02-2007 19-03-2007 10-04-2007 02-05-2007
7	Hembra	G+C	22-01-2007
8	Hembra tardía	G+C	22-01-2007
9	Hembra	G+C G+C G+C G+C	18-01-2007 06-02-2007 26-02-2007 19-03-2007

		G+C	10-04-2007
		G+C	02-05-2007
10	Hembra tardía	G+C	18-01-2007
		G+C	06-02-2007
		G+C	26-02-2007
		G+C	19-03-2007
		G+C	10-04-2007
		G+C	02-05-2007
11	Hembra	G+C	19-01-2007
		G+C	06-02-2007
		G	26-02-2007
		G	19-03-2007
		G	10-04-2007
		G	02-05-2007
12	Hembra tardía	G+C	19-01-2007
		G+C	06-02-2007
		G	26-02-2007
		G	19-03-2007
		G	10-04-2007
		G	02-05-2007
13	Hembra	G+C	19-01-2007
		G+C	07-02-2007
		G	26-02-2007
		G	19-03-2007
		G+C	10-04-2007
		G+C	02-05-2007
14	Hembra tardía	G+C	19-01-2007
		G+C	07-02-2007
		G	26-02-2007
		G	19-03-2007
		G+C	10-04-2007
		G+C	02-05-2007
15	Hembra	Agua	22-01-2007
16	Hembra tardía	Agua	22-01-2007

G: giberelinas (250 ppm)

G+C: Mezcla de giberelinas y citoquininas (250 ppm y 5 ppm, respectivamente).

Paralelamente se realizó un estudio comparativo de costos de producción en dos sistemas diferentes; la polinización artificial y uno alternativo que es el que se propone en esta investigación, el uso de reguladores de crecimiento.

Para el caso de la polinización artificial, se consideraron; los costos de la jornada laboral, el número de trabajadores, el número de días trabajados, las flores polinizadas por día, la cantidad de polen utilizado, la cantidad y costo de la harina tostada, bombillas, cajas de plumavit para las flores, cinta adhesiva y desgaste de la bicicleta (depreciación). Además de los kg de fruta obtenidos en la temporada 2006.

Por otro lado, en el caso del uso de reguladores de crecimiento, se consideraron; los costos de la jornada laboral, los costos de los reguladores de crecimiento, las cantidades ocupadas en cada aplicación, el tiempo requerido en la aplicación y la eficiencia de aplicación. Además de los kg de fruta obtenidos en este experimento.

Fue necesario realizar un supuesto sobre los kg de fruta obtenidos en cosecha, a partir de los frutos recolectados el 14 de agosto del 2007 de los tratamientos más exitosos, ya que por problemas de heladas sufridas en la zona, se quemaron los árboles y no se pudo llegar a término con la fruta.

Finalmente se llevó esta comparación a costos de producción de 1 kg de chirimoyas, bajo los dos sistemas de producción ya señalados.

### 3.5 Variables a cuantificar

- Conteo de flores totales: se realizó el conteo en tres árboles distintos escogidos al azar dentro del huerto, el 02 de enero del 2007 y se calculó el promedio de flores.
- Conteo del 5% del total de flores: se realizó el conteo en tres árboles distintos para cada estado floral; pre hembra, hembra y hembra tardía, en forma semanal a partir del 03 de enero del 2007 hasta el 19 de marzo del 2007, calculando el porcentaje de floración en cada ocasión.



- Conteo de acumulación grados días: se realizó el conteo a partir del día del deshoje de los árboles, 18 de noviembre del 2006 hasta el día de mayor porcentaje de floración.
- Conteo del número total de frutos: se realizó el conteo cada 20 días después de la primera aplicación de reguladores de crecimiento. Llevando un registro de permanencia de frutos por tratamiento.
- Conteo del número de frutos sin semillas: se realizó el conteo el día 14 de agosto del 2007 analizándose los frutos existentes en los árboles y también los que habían caído producto de las heladas.

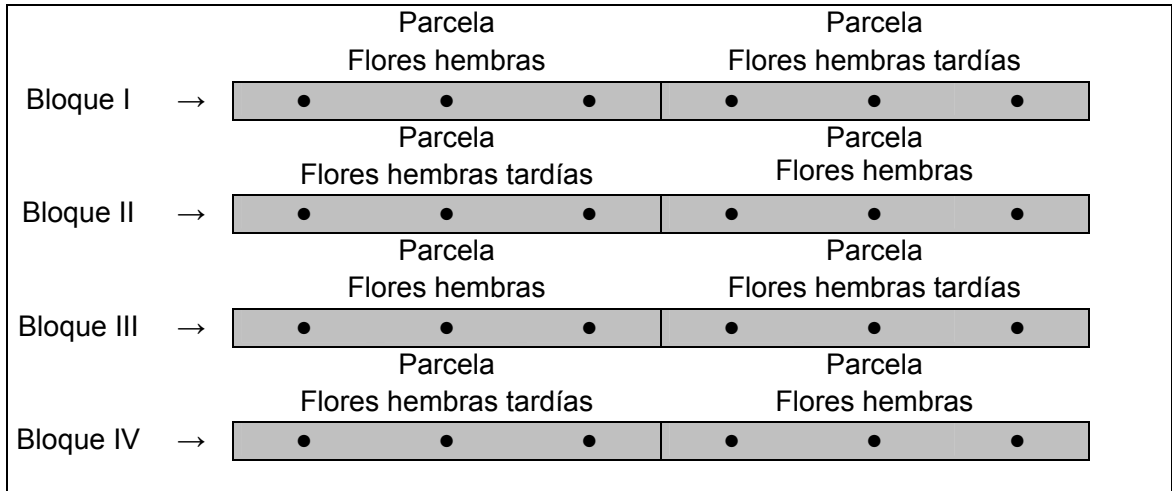
### 3.6 Análisis estadístico

En este ensayo se recurrió a un diseño estadístico de bloques al azar con parcelas divididas, el que consiste en crear bloques al azar dentro del huerto para disminuir la gran variabilidad entre los componentes del experimento, además es necesario crear submuestras o parcelas divididas dentro del bloque para comparar los estados florales: hembra y hembra tardía.

La unidad experimental del ensayo es el árbol y el número de repeticiones son cuatro, que representan al número de bloques existentes, cada bloque contiene seis árboles divididos en dos parcelas, una para aplicaciones en flores hembras y otro para aplicaciones de flores hembras tardías, quedando con tres árboles cada parcela (Cuadro 2).

Los bloques se seleccionaron al azar en el huerto y el orden de las parcelas para flores hembras o para flores hembras tardías también fueron elegidas al azar dentro del bloque. Se escogieron por parcela un mínimo de 30 flores para la primera aplicación de cada tratamiento, es decir, aproximadamente 10 flores por árbol.

Cuadro 2: Esquema del diseño estadístico.



● = Árbol de chirimoyo.

La importancia de este experimento es identificar si existen diferencias significativas entre los tratamientos y las variables a cuantificar. Por lo tanto para obtener un análisis fidedigno del diseño de bloques al azar con parcelas divididas se recurrió al modelo factorial; con dos factores presentes, Factor A (Dosis) con siete niveles y Factor B (Estado floral) con dos niveles.

Se analizaron sólo 14 tratamientos con este modelo, ya que el tratamiento 15 y 16 que fueron los testigos (sólo con aplicación de agua) no presentaron frutos en ninguno de los casos, por lo tanto era posible que distorsionaran los datos obtenidos, aumentando el error aleatorio del experimento y por ende alejándose de la realidad.

Del análisis se puede concluir; si se rechaza  $H_0: \alpha\gamma = 0$ , existe efecto combinado entre el Factor A (Dosis) y el Factor B (Estado floral). Si existe interacción, se realiza una separación de medias a través del test de tukey (HSD), que compara todos los tratamientos contra todos y finalmente si  $|Y_i - Y_0| \geq \text{HSD}$  se rechaza  $H_0: \mu_i = \mu_0$ , las medias analizadas son distintas.

## 4. Resultados y discusión

### 4.1 Determinación de la época de mayor intensidad de floración

En la cuantificación de flores totales de árboles de chirimoyo, se obtuvo en promedio 2015 flores, lo que significa que 100 flores representan un 5% del total. Estas flores se analizaron en los conteos semanales arrojando como resultado, que la mayor intensidad de floración, independiente del estado floral que presente, fue durante la semana del 16 de enero del 2007 (Cuadro 3), donde la acumulación térmica alcanzó los 335,3° días en base 12°C, a los 60 días después del deshoje de los árboles (Anexo 1).

Cuadro 3: Distribución de los estados fenológicos en floración, en función de acumulación de grados días en chirimoyo.

Fecha	Días después del deshoje	Grados días acumulados	% pre hembras	% hembras	% hembras tardías
03-01-2007	46	251,7	4	2	0
11-01-2007	53	292,9	23	9	15
16-01-2007	60	335,3	28	20	22
23-01-2007	67	390,6	25	14	10
06-02-2007	81	483,6	12	12	6
26-02-2007	102	594,6	6	10	4
08-03-2007	109	622,9	0	4	2
19-03-2007	116	666,6	0	0	0

La curva de floración del chirimoyo se presenta en las Figuras 1 y 2, teniendo como finalidad determinar el momento de mayor intensidad de floración, relacionándola con los grados días acumulados y también a través de los días acumulados después del deshoje, con la finalidad de concentrar y, por ende, facilitar los manejos de aplicación de reguladores de crecimiento, permitiendo aumentar la eficacia del proceso y reducir los costos de producción de los huertos de chirimoyos.

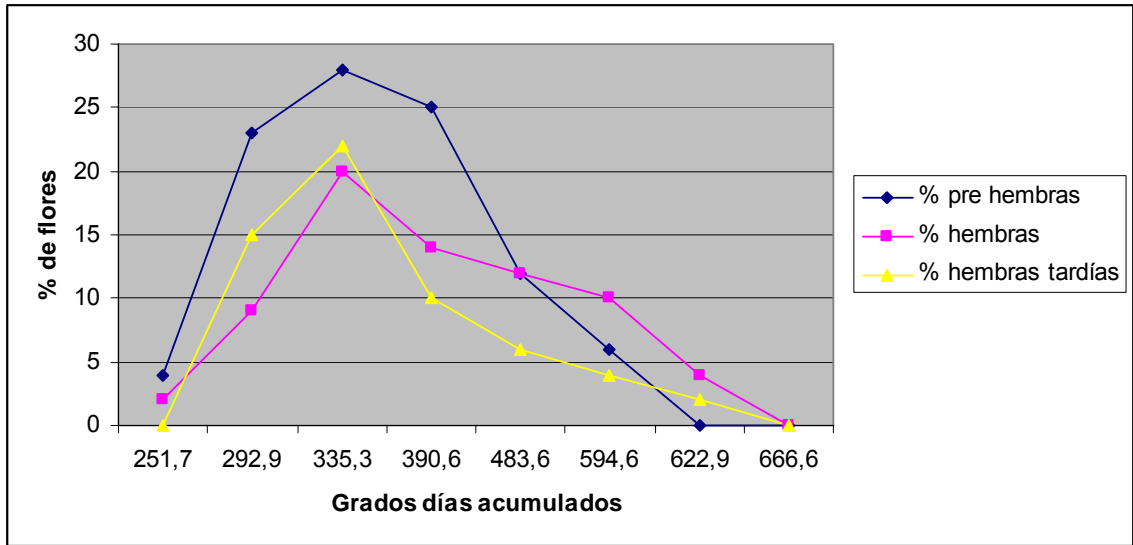


Figura 1. Curva de floración en chirimoyo, de árbol en vaso a 6x4 m y su distribución porcentual de flores en relación con los grados días acumulados.

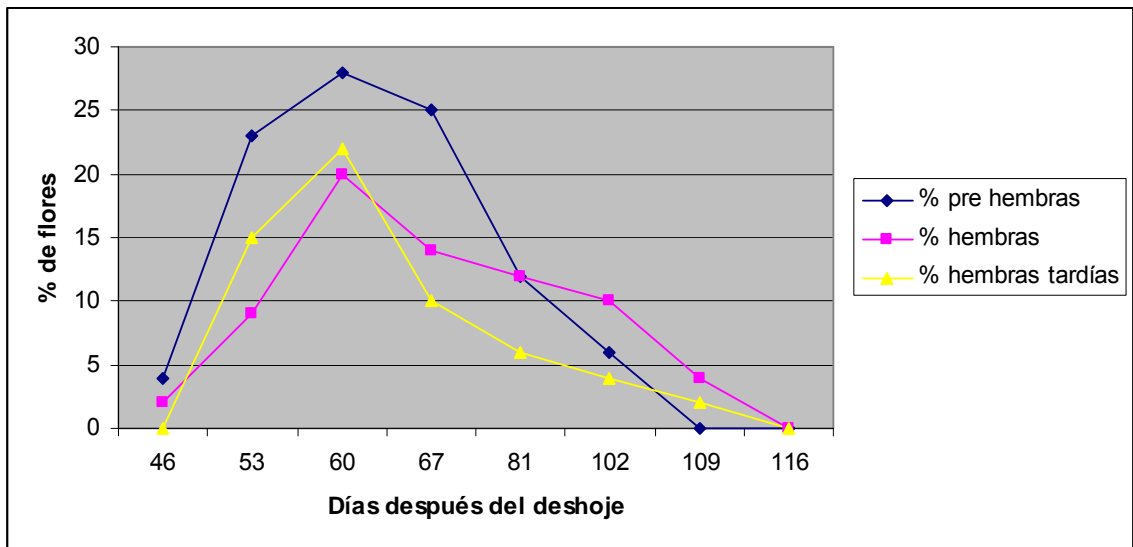


Figura 2. Curva de floración en chirimoyo, de árbol en vaso a 6x4 m y su distribución porcentual de flores en relación a los días después del deshoje.

#### 4.2 Efecto de los tratamientos sobre la variable número total de frutos obtenidos

Las flores del chirimoyo en Chile se autopolinizan en muy bajo porcentaje. Schroeder, ya en 1941 señala ésto, ya que este frutal presenta dicogamia del tipo protoginea, lo cual dificulta la cuaja de fruta en forma natural. Además, Según Saavedra (1977), los insectos raramente visitan las flores de chirimoyo en Chile. Por lo tanto, para obtener una producción comercial, la polinización de estas flores sólo es posible de forma artificial, es lo que sugiere Cautín en 1988. Esto ha sido comprobado por esta investigación, ya que se realizaron dos testigos (tratamiento 15 y 16) sólo con aplicación de agua, de los cuales no se obtuvieron frutos en ninguno de los casos. Además, incide de manera considerable la condición ambiental, ya que, en la situación de vaso a 6x4 m no se favorece la actividad de insectos polinizadores.

El número de frutos totales obtenidos en el ensayo difieren de manera considerable entre los tratamientos, mostrando mayor número de frutos en los tratamientos 11 y 13, con 27 y 19 frutos respectivamente, de forma y tamaño similar a los frutos polinizados (Figura 3), que en su conjunto representan el 50% del total de frutos obtenidos. En el Cuadro 4 se observa el análisis de comparación de medias, en el que se comprobó que existen diferencias significativas entre los tratamientos analizados (Anexo 2).

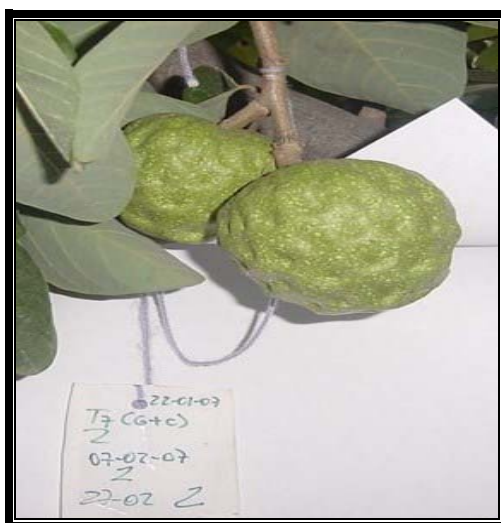


Figura 3. Frutos de chirimoyo tratados con giberelinas y citoquininas.

Cuadro 4: Efecto de los tratamientos de reguladores de crecimiento en el número total de frutos de chirimoyos obtenidos.

Tratamiento	Estado floral	Dosis (G: giberelinas y G+C: mezcla de giberelinas y citoquininas)	N° de frutos totales
1	Hembra	G	5 ab
2	Hembra tardía	G	1 a
3	Hembra	G, G, G, G, G, G	5 ab
4	Hembra tardía	G, G, G, G, G, G	5 ab
5	Hembra	G, G, G+C, G, G, G	4 ab
6	Hembra tardía	G, G, G+C, G, G, G	1 a
7	Hembra	G+C	7 b
8	Hembra tardía	G+C	1 a
9	Hembra	G+C, G+C, G+C, G+C, G+C, G+C	7 b
10	Hembra tardía	G+C, G+C, G+C, G+C, G+C, G+C	4 ab
11	Hembra	G+C, G+C, G, G, G, G	27 d
12	Hembra tardía	G+C, G+C, G, G, G, G	3 ab
13	Hembra	G+C, G+C, G, G, G+C, G+C	19 c
14	Hembra tardía	G+C, G+C, G, G, G+C, G+C	3 ab
15 (testigo)	Hembra	Agua	0 *
16 (testigo)	Hembra tardía	Agua	0 *

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, se comparan las medias con test de Tukey al 5%. \*Testigos no incluidos en análisis.

Se cosecharon 92 frutos de chirimoyos en desarrollo en este experimento. Del análisis de la variable número total de frutos, se deduce que existe un efecto significativo de los bloques, por lo que fue necesario bloquear. Además, la dosis aplicada en cada tratamiento afecta el número de frutos de chirimoyos totales obtenidos. El estado floral afecta el número de frutos, es mejor aplicar en estado floral hembra que en hembra tardía. Finalmente, existe un efecto combinado entre la dosis y el estado floral, una dosis específica en estado floral hembra no produce el mismo efecto que en estado floral hembra tardía, por lo tanto, hay dependencia entre estos dos factores (Anexo 2).

Las giberelinas son efectivas en la cuaja de los frutos, ya que a los siete días de la aplicación de reguladores de crecimiento se observó cuaja en la totalidad de las flores tratadas con concentraciones de 250 ppm. Esto concuerda con Saavedra (1979), Carter (1981) y Koura *et al.* (2004) quienes también lograron un elevado porcentaje de cuaja con similares concentraciones.

Como consecuencia, se puede deducir que una sola aplicación de giberelinas o de la mezcla giberelinas-citoquininas en floración induce un desarrollo inicial del fruto en todos los tratamientos utilizados. Sin embargo, la mayoría de los frutos se cayeron después de un período variable. Por otro lado, la fruta en desarrollo tratada con seis aplicaciones de giberelinas o de la mezcla giberelinas-citoquininas, se mantuvo en el árbol en su mayoría y además fue obteniendo un incremento hasta llegar a un tamaño similar al de sus pares polinizados al momento de ser recolectados. Por lo tanto, las aplicaciones de sólo una vez o seis veces con giberelinas concuerda con los resultados obtenidos por Saavedra (1979), Carter (1981) y por Koura *et al.* (2004).

No obstante, los frutos tratados inicialmente con la mezcla giberelinas-citoquininas se vieron potenciados tanto en número y tamaño que los tratados solo con giberelinas. Posiblemente al aporte de las citoquininas en la división celular, que al igual que las giberelinas incrementan su concentración en el ovario durante la antesis y junto con ellas, son responsables del estímulo que promueve la división celular y de la reactivación del crecimiento del fruto tras la antesis, posibilitando de este modo su cuajado (Agustí, 2000).

Sin embargo, es importante señalar que en las chirimoyas del experimento de Saavedra (1979) se observaron profundas grietas poco después del comienzo de la tercera fase de crecimiento (190 a 210 días después de antesis) en la mayoría de los frutos tratados con giberelinas. Este fenómeno no fue observado en este ensayo, lo que puede deberse a que la fruta fue recolectada en el comienzo de la tercera fase de crecimiento de los frutos, el día 14 de agosto o puede ser que estas grietas no se hayan presentado, ya que la concentración de 250 ppm de giberelinas utilizada fue muy baja.

Finalmente, se observaron alteraciones visibles en los pedúnculos de los frutos. Estos se acortaron y engrosaron en comparación con sus pares polinizados. En los frutos que cayeron comenzaban a ennegrecerse y se deshidrataban completamente, impidiendo hacia el fruto el transporte de nutrientes para su desarrollo, lo que generaba su abscisión. Esto coincide con lo visto por Saavedra (1979) quién señala que es posible que el papel de las giberelinas sea determinante en el patrón de la pared secundaria de los pedúnculos, quizás, aplicaciones seguidas de éstas pueden inducir cambios morfológicos en ellos, lo que sugiere una de las causas atribuidas a la fruta con grietas que obtuvo.

#### 4.3 Efecto de los tratamientos sobre la variable número de frutos sin semillas

Las giberelinas estimularon la partenocarpia de los frutos de chirimoyo analizados, ya que al aplicarlas de forma exógena en dosis de 250 ppm, pudieron sustituir las hormonas entregadas por los embriones en formación. Esto es corroborado por Saavedra (1979), Carter (1981) y Koura *et al.* (2004), ya que, son las paredes del ovario las que asumen el papel de órgano principal de síntesis hormonal en casos de partenocarpia, por lo que se pudieron obtener frutos de tamaño y forma muy similar a los polinizados (Agustí, 2000).

Al mismo tiempo de estimular la partenocarpia de los frutos, las giberelinas, en conjunto con la acción de las citoquininas en dosis de 5 ppm, estimularon el crecimiento de los frutos, sobre todo si éstas se aplican a inicio de floración, como lo visto en los tratamientos más exitosos 11 y 13 (G+C, G+C, G, G, G, G y G+C, G+C, G, G, G+C, G+C respectivamente), lo que genera un impulso inicial importante de crecimiento.

Además las aplicaciones posteriores de giberelinas y citoquininas, en etapas iniciales del crecimiento del fruto, ayudaron a su crecimiento final y a obtener un normal desarrollo. Esto es corroborado por Gil (2000), quién señala que el papel de las citoquininas en la primera fase de desarrollo de los frutos es de vital importancia, ya que activa la división celular, pudiendo prolongar esta etapa. Su acción es similar a las giberelinas, incrementando la capacidad sumidero del ovario y activando hacia él el transporte de elementos minerales y carbohidratos (Agustí, 2000).

El número de frutos sin semillas obtenidos en el ensayo difieren de manera considerable entre los tratamientos, mostrando un mayor número de frutos sin semillas en los tratamientos 11 y 13, con 23 y 13 frutos respectivamente, que concuerda con los tratamientos que obtuvieron el mayor número total de frutos. Por lo tanto, se puede concluir que las aplicaciones con reguladores de crecimiento, son efectivas para obtener frutos de chirimoyos sin semillas. En el Cuadro 5 se observa el análisis de comparación de medias, en el que se comprobó que existen diferencias significativas entre los tratamientos analizados (Anexo 3).



Cuadro 5: Efecto de los tratamientos en el número de frutos sin semillas obtenidos.

Tratamiento	Estado floral	Dosis (G: giberelinas y G+C: mezcla de giberelinas y citoquininas)	Nº de frutos sin semillas
1	Hembra	G	4 abc
2	Hembra tardía	G	1 a
3	Hembra	G, G, G, G, G, G	5 abc
4	Hembra tardía	G, G, G, G, G, G	4 abc
5	Hembra	G, G, G+C, G, G, G	4 abc
6	Hembra tardía	G, G, G+C, G, G, G	1 a
7	Hembra	G+C	7 c
8	Hembra tardía	G+C	1 a
9	Hembra	G+C, G+C, G+C, G+C, G+C, G+C	6 bc
10	Hembra tardía	G+C, G+C, G+C, G+C, G+C, G+C	3 abc
11	Hembra	G+C, G+C, G, G, G, G	23 e
12	Hembra tardía	G+C, G+C, G, G, G, G	2 abc
13	Hembra	G+C, G+C, G, G, G+C, G+C	13 d
14	Hembra tardía	G+C, G+C, G, G, G+C, G+C	3 abc
15 (testigo)	Hembra	Agua	0 *
16 (testigo)	Hembra tardía	Agua	0 *

Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, se comparan las medias con test de Tukey al 5%. \*Testigos no incluidos en análisis.

De los 92 frutos totales de chirimoyo obtenidos en este experimento, el 84% no presentó semillas, es decir, 77 frutos resultaron ser partenocárpicos.

Sin embargo, para esta variable no existe efecto de los bloques, fue innecesario bloquear. La dosis aplicada en cada tratamiento afecta el número de frutos sin semillas. También, el estado floral afecta el número de frutos sin semillas, es mejor realizar las aplicaciones en flores en estado hembra, ya que se generan mayor número de frutos sin semillas, que en estado hembra tardía. Finalmente, existe un efecto combinado entre la dosis y el estado floral sobre el número de frutos sin semillas obtenidos, por lo tanto, hay una dependencia entre estos dos factores analizados (Anexo 3).

En la Figura 4 se pueden observar distintos frutos en desarrollo obtenidos en este experimento con el uso de reguladores de crecimiento. En ninguno de ellos se distingue la presencia de semillas. No obstante, algunos frutos presentaron rudimentos de semillas muy pequeños de aproximadamente 1 mm de longitud (fruto de la derecha arriba) o espacios de aire dónde supuestamente irían las semillas (fruto de la izquierda arriba). Sin embargo, en su mayoría los frutos presentaron interiormente una masa sólida compacta, eliminándose la gran cavidad seminal que presenta el fruto semillado (frutos de abajo).



Figura 4. Frutos de chirimoyo sin semillas obtenidos con distintos tratamientos.

Finalmente, se puede agregar que los 250 ppm de giberelinas lograron desarrollar todos los carpelos que forman el sincarpio, originándose frutos simétricos y bien conformados, similar a una polinización artificial, Concuenda con los resultados obtenidos por Saavedra (1979), Carter (1981) y Koura *et al.* (2004). Además los 5 ppm de citoquininas ayudaron al crecimiento y desarrollo significativo de los frutos, ya que los tratamientos más exitosos presentaban esta mezcla de giberelinas-citoquininas, obteniendo un mayor número de frutos y de mayor tamaño que los otros tratamientos analizados.

#### 4.4 Determinación del mejor estado fenológico floral y del mejor tratamiento de aplicación de reguladores de crecimiento para la obtención de fruta sin semillas

Según el análisis estadístico analizado anteriormente, se puede establecer el mejor estado fenológico floral y el mejor tratamiento de aplicación de reguladores de crecimiento para la obtención de fruta de chirimoyo sin semillas.

En el Cuadro 6 se puede observar que el mejor estado fenológico floral de aplicación es el estado hembra, obteniendo un mayor número de frutos totales que su homólogo el estado hembra tardía, debido a que las flores hembras se encuentran más receptivas, presentando menos deshidratación del estigma y con mayor funcionalidad, ya que no se encuentran en transición para pasar al estado macho, como las flores hembras tardías.

Para el caso del mejor tratamiento de aplicación de reguladores de crecimiento se puede concluir que se obtuvieron resultados significativos con el tratamiento 11 (G+C, G+C, G, G, G, G) y el tratamiento 13 (G+C, G+C, G, G, G+C, G+C). En el Cuadro 6 se puede corroborar que los dos mejores tratamientos (11 y 13) corresponden al estado fenológico floral hembra y además coincide en que presentan seis aplicaciones, comenzando en floración con la mezcla giberelinas-citoquininas.

Cuadro 6: Comparación de estados fenológicos florales y tratamientos.

T	Flores hembras			T	Flores hembras tardías		
	Dosis	Frutos totales	Frutos sin semilla		Dosis	Frutos totales	Frutos sin semilla
1	G	5	4	2	G	1	1
3	G,G,G,G,G,G	5	5	4	G,G,G,G,G,G	5	4
5	G,G,G+C,G,G,G	4	4	6	G,G,G+C,G,G,G	1	1
7	G+C	7	7	8	G+C	1	1
9	G+C,G+C,G+C, G+C,G+C,G+C	7	6	10	G+C,G+C,G+C, G+C,G+C,G+C	4	3
11	G+C,G+C,G,G, G,G	27	23	12	G+C,G+C,G,G, G,G	3	2
13	G+C,G+C,G,G, G+C,G+C	19	13	14	G+C,G+C,G,G, G+C,G+C	3	3
15	Agua	0	0	16	Agua	0	0

#### 4.5 Relación existente entre el régimen térmico durante el ensayo y el resultado obtenido

Desde el comienzo del experimento se observó una caída notable de los frutos tratados con reguladores de crecimiento. En un principio cuajaron todas las flores tratadas, sin embargo los frutitos comenzaron a caer periódicamente y este fenómeno fue mucho más notorio desde la segunda a la quinta aplicación, esto puede ser explicado por las altas temperaturas que se presentaron entre los meses de febrero y abril, en la localidad de Quillota. En febrero los días 23 y 24 se obtuvo 30°C y 31°C respectivamente, en marzo cuatro días sobrepasaron los 29°C, llegando el día 17 a los 33,2°C. Finalmente en abril, las máximas continuaron, llegando el día 7 a los 32°C y el día 12 a los 29°C (Anexo 4).

Por lo tanto, se concuerda con Guirado *et al.* (2003) quienes señalan que se producen daños considerables con temperaturas superiores a 29°C generando la caída de frutos recién cuajados, como quemaduras en hojas y frutos muy expuestos al sol. Si no existe un aporte hídrico adecuado comienza la deshidratación y ennegrecimiento de pedúnculos quien impide el transporte de agua y nutrientes, lo que genera la abscisión del fruto.

Los frutos de chirimoyo obtenidos se recolectaron en crecimiento y desarrollo el día 14 de agosto, ya que, comenzaron a ocurrir durante el invierno en la zona de Quillota heladas constantes y muy severas que quemaron en su totalidad los árboles de chirimoyo. Este frutal, como ya se ha señalado es muy sensible a las temperaturas extremas, según Guirado *et al.* (2003) a 2°C ya se producen daños en hojas, frutos y tallos. Además Gardiazábal y Rosenberg (1993), han visto en la zona de Quillota-La Cruz, en años fríos, que la resistencia al daño de heladas es semejante a la del palto Hass (1,1°C).

Las bajas temperaturas comenzaron a ocurrir, a partir de abril, los días 24, 25 y 26 con 1°C cada uno, en mayo fueron más intensas con ocho días dentro del mes bajo el umbral de resistencia al daño de heladas de 1,1°C, llegando a -1,2°C el día 23. En junio ya son más severas, generando daño en hojas, frutos, tallos e incluso madera de los árboles, ya que 12 días del mes bajaron la barrera de los 0°C, llegando a -1,8°C el día 25 y finalmente en julio las heladas son cada vez más extremas llegando a -3,2°C el día 10 y a los -3,8°C el día 11, con una duración de tiempo variable (fuente: estación climatológica Quillota. V región, Chile) (Anexo 5).

#### 4.6 Evaluación de la factibilidad técnico-económica de aplicaciones de reguladores de crecimiento en chirimoyo

Para realizar el estudio técnico-económico fue necesario hacer una comparación de costos. Para el caso de la polinización artificial el costo en el huerto de chirimoyos de la Estación Experimental La Palma, para la temporada 2006 (Cuadro 7) fue de \$7.618.600, obteniéndose 110.000 kg de chirimoyas, lo que equivale a un costo de \$69 por kg de fruta producida, representando un 70% de los costos totales del cultivo. Por lo tanto, tiene una real importancia, sobre todo por la gran cantidad de mano de obra que se requiere, elevando considerablemente los costos de producción. Soria *et al.* (1990) señalaron que el mayor inconveniente de la polinización artificial es la gran exigencia de mano de obra.

Técnicamente se ha usado con éxito, ya que se producen frutos simétricos, llegando a polinizar todos los carpelos del fruto. Según Razeto (1999) la polinización artificial, a pesar de constituir una práctica lenta y tediosa, puede resultar viable en frutales con problemas naturales de polinización, cuya fruta es de alto valor. En el chirimoyo, la presencia de semillas es indispensable para que el fruto cuaje, crezca y madure.

Cuadro 7: Costos de polinización artificial temporada 2006, en huerto de chirimoyos de la Estación Experimental La Palma (Anexo 6).

Item	Unidades	Costo unitario (\$)	Costo por hectárea (\$)	Costo huerto (7 ha) (\$)
Trabajadores	22	312.400	981.829	6.872.800
Encargada	1	650.000	92.857	650.000
Harina tostada (kg)	20	800	2.286	16.000
Bombillas	20	500	1.429	10.000
Cinta adhesiva	30	860	3.686	25.800
Bicicleta	1	30.000	4.286	30.000
Cajas plumavit	2	7.000	2.000	14.000
Total			1.088.373	7.618.600

Datos entregados por Poblete, 2007\*.

---

Poblete, M. 2007. Encargada huerto chirimoyos. Estación experimental La Palma. Quillota, Chile. Comunicación personal.

Para el caso de la obtención de fruta con reguladores de crecimiento el costo fue de 111 pesos por kg de fruta producida (Cuadro 8). Como ya se menciono anteriormente, fue necesario realizar un supuesto sobre los kg de fruta obtenidos en cosecha, a partir de los frutos recolectados el 14 de agosto del 2007 de los tratamientos más exitosos (tratamiento 11 y tratamiento 13), ya que por problemas de heladas sufridas en la zona, se quemaron los árboles y no se llevo a término con la fruta.

Cuadro 8: Costos de aplicación de reguladores de crecimiento para producir 1 kg de chirimoyas, temporada 2007 en huerto de la Estación Experimental La Palma (Anexo 7).

Item	Costo en 1 kg fruta (\$)
Reguladores de crecimiento	87
Mano de obra	24
Total	111

En consecuencia, se puede deducir que los costos con el uso de reguladores de crecimiento, a través de inmersión podrían ser un poco mayor que los costos por kg de fruta producida a través de la polinización artificial (\$111 v/s \$69), ya que los reguladores de crecimiento como insumo tiene un alto valor. Sin embargo, esta fruta tendría un plus de ingreso mayor al no poseer semillas, ya que el consumidor estaría dispuesto a pagar más por 1 kg de chirimoyas partenocárpicas, porque se esta satisfaciendo la necesidad de eliminar el gran número de semillas que tiene el fruto para poder consumirlo y además sería de un tamaño más pequeño, adecuado para el consumo individual de las personas. Por lo tanto, los costos de producción se compensarían.

Técnicamente, es posible realizar la aplicación de reguladores de crecimiento a través de inmersión en forma manual, que es probado en este experimento por ser efectivo y exitoso por lo menos en dos tratamientos. Sin embargo, no es mucha la diferencia con la polinización artificial, sólo se ahorra en la recolección de polen y el despetalado de las flores, lo demás se realiza de igual forma, aunque de manera concentrada durante las fechas de aplicación. Por lo tanto, es igualmente necesaria una gran cantidad de mano de obra, con lo que no disminuirían los costos de producción del cultivo.

## 5. Conclusiones

El pick de floración en chirimoyos se logra cuando la acumulación térmica alcanza los 335,3° días en base 12°C, período coincidente a los 60 días después del deshoje.

El número de aplicaciones de reguladores de crecimiento incide en el número final de frutos obtenidos en este experimento, generando una mayor cantidad con seis aplicaciones.

La mezcla de giberelinas 250 ppm y citoquininas 5 ppm, aplicada en fases iniciales del desarrollo del fruto, genera la mayor cantidad de fruta partenocárpica.

El estado fenológico floral hembra es el que presenta la mayor eficacia en la producción de fruta partenocárpica.

Existen diferencias significativas entre los tratamientos analizados, siendo los mejores tratamientos para la obtención de fruta de chirimoyos sin semillas el 11 (G+C, G+C, G, G, G, G) y el 13 (G+C, G+C, G, G, G+C, G+C).

Las temperaturas ambientales extremas, tanto máximas como mínimas, afectan el número total de frutos de chirimoyos obtenidos, las temperaturas máximas acentúan la abscisión de frutos y las temperaturas mínimas y bajo cero (heladas) queman los frutos.

Del análisis técnico-económico se puede concluir que la producción de chirimoyas sin semillas es posible, similar a una polinización artificial.

## 6. Literatura citada

Agustí, M. 2000. Citricultura. 416 p. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, España.

Calatrava, J. 1998. El mercado español de la chirimoya: situación actual y perspectivas. p. 79-106. In V jornadas andaluzas de frutos tropicales. Junta de Andalucía, consejería de agricultura y pesca, Sevilla, España.

Cardoso, J., J. Fachinello, J. Da silva y F. Herter. 2006. Fitorreguladores no aumento da frutificação efetiva e partenocarpia em peras cv. Garber. Disponible en [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452002000300012&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452002000300012&lng=pt&nrm=iso). ISSN 0100-2945, Leído el 04 de diciembre de 2007.

Carter, C. 1981. Efecto del ácido giberélico en cuaja y crecimiento partenocárpico de frutos de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) cv. Bronceada. 64 p. Tesis Ing. Agr., Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía, Quillota, Chile.

Cautín, R. 1988. Floración y polinización. p. 38-41. In Curso de producción de chirimoyas, La Serena, Chile. 17-19 de octubre de 1988. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía y ASOPROEX, La Serena, Chile.

Cautín, R. 1998. Poda del chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) en Chile. p. 35-48. In V jornadas andaluzas de frutos tropicales. Junta de Andalucía, consejería de agricultura y pesca, Sevilla, España.

Dias, M., J. Amaya-Robles, J. Rodrigues y E. Orika. 2003. Ácido giberélico na produção de frutos partenocárpicos de pimenta. Hortic. Bras. 21(1): 116-118. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/hb/v21n1/a24v21n1.pdf>, Leído el 04 de diciembre de 2007.

Gardiazábal, F., y G. Rosenberg. 1993. El cultivo del chirimoyo. 145 p. Ed. Universitarias de Valparaíso, UCV, Valparaíso, Chile.



- Gil, G. 2000. Fruticultura: el potencial productivo. 342 p. 3a ed. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- Guirado, E., J. Hermoso, M. Perez, y J. Farré. 2003. Introducción al cultivo del chirimoyo. 63 p. La Nacla, Granada, España.
- Ibar, L. 1986. El cultivo del aguacate, chirimoya, mango y papaya. 175 p. 3a ed. Aedos, Barcelona, España.
- Koura, S., K. Hasegawa, and Y. Yamamoto. 2004. Fruit set and fruit growth of seedless cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) induced by GA<sub>3</sub> under greenhouse cultivation in Japan. *Acta horticulturae* 653: 63-66.
- Novoa, R., S. Villaseca, P. Del canto, J. Rouanet, C. Sierra y A. Del pozo. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. 221 p. INIA, Santiago, Chile.
- ODEPA. 2007. Estadísticas agropecuarias. Disponible en <http://www.odepa.minagri.gob.cl>. Leído el 15 de abril de 2007.
- Pratt, C. and N. Shaulis. 1961. Gibberellin-induced parthenocarpy in grapes. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 77: 322-330.
- Razeto, B. 1999. Para entender la fruticultura. 373 p. 3a ed., Vértigo, Santiago, Chile.
- Saavedra, E. 1977. Influence of pollen grain stage at the time of hand pollination as a factor on fruit set of cherimoya. *HortScience* 12(2): 117-118.
- Saavedra, E. 1979. Set and growth of *Annona cherimola* Mill. Fruit obtained by hand-pollination and chemical treatments. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104(5): 668-673.
- Salisbury, F. y C., Ross. 1994. Fisiología vegetal. 759 p. Grupo editorial iberoamerica S.A. de C.V. México D.F., México.

Schroeder, C. 1941. Hand pollination effects in the cherimoya (*Annona cherimola*). California Avocado Society Yearbook 26: 94-98.

Schroeder, C. 1943. Hand pollination studies of the cherimoya. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 43: 39-41.

Segura, J. 2000. Citoquininas. p. 343-360. In J. Azcón-Bieto y M. Talón (eds.). Fundamentos de Fisiología vegetal. Ediciones Mc. Graw. Hill, Barcelona, España.

Soria, J., J. Hermoso, y J. Farré. 1990. Polinización artificial del chirimoyo. Fruticultura Profesional 35: 15-22.

Taiz, L., and E. Seiger. 1998. Plant physiology. 792 p. 2nd. ed. Sinauer associates, Sunderland, Mass., USA.

Talón, M. 2000. Giberelinas. p. 325-342. In J. Azcón-Bieto y M. Talón (eds.). Fundamentos de Fisiología vegetal. Ediciones Mc. Graw. Hill, Barcelona, España.

Valenzuela, J., y A. Lobato. 2000. Reguladores de crecimiento: Giberelinas. p. 179-193. In J. Valenzuela (ed.). Uva de mesa en Chile. Colección libros INIA N° 5. Instituto de investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.

# **Anexos**

Anexo 1. Temperaturas mínimas, máximas y cuantificación de grados días de los 60 días después del deshoje.

Día	T° máx (°C)	T° mín (°C)	°días	Acumulación °días
1	28,8	8,0	5,9	5,9
2	29,8	8,4	6,6	12,5
3	20,2	9,6	2,4	14,9
4	27,8	8,4	5,6	20,5
5	23,8	8,4	3,6	24,1
6	23,0	10,6	4,3	28,4
7	27,6	7,8	5,2	33,6
8	26,4	7,4	4,4	38,0
9	21,8	6,6	1,7	39,7
10	22,8	6,0	1,9	41,6
11	30,8	6,8	6,3	47,9
12	31,4	8,0	7,2	55,1
13	19,0	11,8	2,9	58,0
14	22,0	13,0	5,0	63,0
15	26,6	6,0	3,8	66,8
16	27,0	6,8	4,4	71,2
17	24,2	7,8	3,5	74,7
18	28,6	7,2	5,4	80,1
19	30,0	7,6	6,3	86,4
20	23,4	8,2	3,3	89,7
21	24,0	11,4	5,2	94,9
22	23,8	7,6	3,2	98,1
23	23,4	9,6	4,0	102,1
24	24,6	11,4	5,5	107,6
25	23,8	7,4	3,1	110,7
26	23,4	13,4	5,9	116,6
27	27,2	12,0	7,1	123,7
28	24,6	12,4	6,0	129,7
29	25,2	12,4	6,3	136,0
30	27,2	9,6	5,9	141,9
31	27,4	8,2	5,3	147,2
32	26,8	9,6	5,7	152,9
33	25,6	9,8	5,2	158,1
34	26,2	7,8	4,5	162,6
35	26,8	8,0	4,9	167,5
36	26,6	9,8	5,7	173,2
37	25,2	11,8	6,0	179,2
38	30,0	10,0	7,5	186,7

39	31,6	8,8	7,7	194,4
40	32,6	9,2	8,4	202,8
41	31,4	9,8	8,1	210,9
42	30,4	9,8	7,6	218,5
43	31,0	10,6	8,3	226,8
44	24,8	13,4	6,6	233,4
45	27,6	10,8	6,7	240,1
46	28,8	9,2	6,5	246,6
47	26,4	8,8	5,1	251,7
48	27,0	9,8	5,9	257,6
49	25,6	10,6	5,6	263,2
50	24,2	15,0	7,1	270,3
51	27,6	10,8	6,7	277,0
52	26,2	10,4	5,8	282,8
53	22,8	12,4	5,1	287,9
54	26,0	9,0	5,0	292,9
55	32,2	9,8	8,5	301,4
56	28,0	9,4	6,2	307,6
57	25,2	9,6	4,9	312,5
58	26,2	12,8	7,0	319,5
59	26,2	13,4	7,3	326,8
60	29,4	12,6	8,5	335,3

Anexo 2. Análisis estadístico del número de frutos totales.

Bloque	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	Suma bloques
1	2	0	4	0	1	1	2	0	0	0	2	0	4	0	16
2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4	1	5	1	14
3	1	1	1	5	1	0	3	1	2	2	10	2	8	0	37
4	2	0	0	0	2	0	2	0	3	1	11	0	2	2	25
<b>Suma TMT</b>	5	1	5	5	4	1	7	1	7	4	27	3	19	3	92

Factor A (dosis)	Factor B (estado floral)		Suma factor A
	Hembras	Hembras tardías	
1	5	1	6
2	5	5	10
3	4	1	5
4	7	1	8
5	7	4	11
6	27	3	30
7	19	3	22
<b>Suma factor B</b>	74	18	92

Fuente variación	gl	SC	CM	Fc	Ft	Fc>Ft
Bloques	3	23,571	7,857	2,852	2,839	Significativo
Factor A	6	65,107	10,851	3,939	2,336	Significativo
Factor B	1	55,999	55,999	20,326	4,085	Significativo
AxB	6	56,751	9,459	3,433	2,336	Significativo
Error	39	107,43	2,755			
<b>Totales</b>	55	308,857				

Anexo 3. Análisis estadístico del número de frutos sin semillas.

Bloque	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	Suma bloques
1	2	0	4	0	1	1	2	0	0	0	2	0	0	0	12
2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4	0	5	1	13
3	1	1	1	4	1	0	3	1	1	2	7	2	7	0	31
4	1	0	0	0	2	0	2	0	3	0	10	0	1	2	21
<b>Suma TMT</b>	4	1	5	4	4	1	7	1	6	3	23	2	13	3	77

Factor A (dosis)	Factor B (estado floral)		Suma factor A
	Hembras	Hembras tardías	
1	4	1	5
2	5	4	9
3	4	1	5
4	7	1	8
5	6	3	9
6	23	2	25
7	13	3	16
<b>Suma factor B</b>	62	15	77

Fuente variación	gl	SC	CM	Fc	Ft	Fc>Ft
<b>Bloques</b>	3	16,625	5,542	2,159	2,839	No Significativo
<b>Factor A</b>	6	38,75	6,458	2,516	2,336	Significativo
<b>Factor B</b>	1	39,446	39,446	15,367	4,085	Significativo
<b>AxB</b>	6	36,175	6,029	2,349	2,336	Significativo
<b>Error</b>	39	100,125	2,567			
<b>Totales</b>	55	231,125				

Anexo 4. Registro de las temperaturas máximas ocurridas durante el ensayo.

Día	Febrero (°C)	Marzo (°C)	Abril (°C)
1	25,6	26,6	22,6
2	25,4	29,4	23,8
3	24,8	23,4	24,0
4	24,8	29,0	19,0
5	25,4	23,2	21,0
6	28,6	23,8	25,2
7	---	22,0	32,6
8	26,2	28,4	23,8
9	26,2	29,4	19,0
10	25,0	29,6	21,4
11	25,2	25,4	25,4
12	25,2	28,2	29,0
13	24,0	23,8	21,2
14	26,6	24,8	24,2
15	25,2	22,4	22,6
16	17,8	28,0	22,6
17	25,8	33,2	25,8
18	27,6	21,0	25,2
19	24,0	23,8	23,2
20	21,8	21,6	23,6
21	25,4	22,6	19,8
22	26,4	25,0	16,4
23	30,0	27,0	14,2
24	31,0	23,0	19,8
25	25,4	19,6	21,4
26	---	21,0	26,6
27	22,4	18,6	20,6
28	21,4	21,0	20,4
29	---	20,8	19,6
30	---	27,2	20,8
31	---	23,8	---



Anexo 5. Registro de las temperaturas mínimas ocurridas durante el ensayo.

Día	Abril (°C)	Mayo (°C)	Junio (°C)	Julio (°C)
1	12,2	5,4	0,4	7,0
2	13,0	6,6	-1,0	1,4
3	8,4	8,6	-1,0	3,8
4	11,6	4,8	15,6	0,0
5	13,8	4,0	6,4	8,6
6	14,4	6,6	6,8	6,0
7	6,6	3,0	-1,2	8,8
8	6,8	1,4	4,0	0,2
9	13,4	0,0	0,6	-0,4
10	8,2	4,6	-1,6	-3,2
11	7,8	3,0	5,2	-3,8
12	5,6	2,4	1,2	-2,0
13	4,2	3,8	8,2	5,6
14	8,4	3,0	10,6	2,2
15	5,0	7,8	0,0	0,4
16	11,0	1,2	1,6	7,2
17	5,6	0,4	-0,2	2,8
18	5,0	0,6	2,4	4,8
19	7,2	-0,4	5,6	6,2
20	5,0	1,6	8,6	1,8
21	3,2	0,0	-0,4	4,6
22	6,6	-0,8	-1,0	-1,6
23	2,4	-1,2	-1,0	3,6
24	1,2	-1,0	-1,4	-0,6
25	1,0	6,8	-1,8	0,4
26	1,0	4,2	7,8	---
27	3,6	3,2	-1,2	0,0
28	8,0	-0,8	-0,6	0,2
29	9,0	6,4	1,6	7,2
30	5,4	5,0	9,0	1,4
31	---	5,6	8,0	5,0

Anexo 6. Costos de polinización artificial de chirimoyos temporada 2006.

<b>Item</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo por hectárea (\$)</b>	<b>Costo huerto (7 ha) (\$)</b>
Trabajadores	22	312.400	981.829	6.872.800
Encargada	1	650.000	92.857	650.000
Harina tostada (kg)	20	800	2.286	16.000
Bombillas	20	500	1.429	10.000
Huinchiladora	30	860	3.686	25.800
Bicicleta	1	30.000	4.286	30.000
Cajas plumavit	2	7.000	2.000	14.000
<b>Total</b>			<b>1.088.373</b>	<b>7.618.600</b>

<b>Item</b>	<b>Unidades (kg)</b>	<b>Costo (\$)</b>
Fruta total huerto	110.000	7.618.600
Fruta por hectárea	15.714	1.088.371
Fruta por unidad	1	69

Anexo 7. Costos de aplicación de reguladores de crecimiento temporada 2007.

Regulador	Costo (\$)	Uso	Costo total (\$)
Ga	500/10gr	1gr/l	50
Ck	55000/kg	1,5gr/l	825

Aplicación	Ga (l)	Ga + Ck (l)	Costo (\$)
16-01-2007	---	0,5	438
05-02-2007	---	0,4	350
26-02-2007	0,333	---	15
19-03-2007	0,25	---	13
10-04-2007	0,15	0,15	139
02-05-2007	0,15	0,15	139
			1094

Supuesto: kilos de fruta obtenidos en cosecha				
Frutos	%	Número	Peso (gr)	Total (gr)
Pequeños	43,48	20	150	3000
Medianos	30,43	14	300	4200
Grandes	26,09	12	450	5400
				12600

12600 gr	→	1094 pesos
1000 gr	→	x
	x = 87 pesos	

Datos a considerar	
Sueldo diario: 7100 pesos	Sueldo hora: 710 pesos
Aplicación/flor: 10 segundos	Eficiencia aplicación: 25%
1 kg fruta: 3 frutos	3 frutos: 12 flores

60 min	→	710 pesos
2 min	→	x
	x = 24 pesos	

Item	Costo en 1 kg fruta (\$)
Reguladores de crecimiento	87
Mano de obra	24
Total	111