

**EFFECTO DE LA POLINIZACIÓN ABIERTA EN LA PRODUCCIÓN DE
MELÓN (*Cucumis melo*) HÍBRIDO DORADO, EN LEPANTO,
PUNTARENAS Y NANDAYURE, GUANACASTE**

MARILYN ELIZONDO HERRERA

Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía
como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura
en Ingeniería en Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

2010

**EFFECTO DE LA POLINIZACIÓN ABIERTA EN LA PRODUCCIÓN DE
MELÓN (*Cucumis melo*) HÍBRIDO DORADO, EN LEPANTO,
PUNTARENAS Y NANDAYURE, GUANACASTE**

MARILYN ELIZONDO HERRERA

Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:

Ing. Agr. Arnoldo Gadea Rivas, M. Sc.

Asesor

Ing. Agr. Juan González Ugalde.

Asesor Externo

Ing. Agr. Zulay Castro Jiménez, MGA.

Jurado

Ing. Agr. Fernando Gómez Sánchez, MAE.

Coordinador
Trabajos Finales de Graduación

Ing. Agr. Arnoldo Gadea Rivas, M. S

Director
Escuela de Agronomía

2010

DEDICATORIA

A mi señor y a la Virgen

Por darme la vida, la perseverancia y la fortaleza, para lograr esta meta.

Gracias Dios!

A mis padres

A mis padres, por ser mi ejemplo, mi apoyo, los que siempre creyeron en mi, por llenar mi vida de amor, por darme siempre todo lo que necesite, por enseñarme tanto en la vida, y sobre todo por darme la oportunidad tan valiosa de formarme como profesional.

A mis hermanos

Por darme siempre apoyo incondicional y por llenar mi vida de felicidad. Y muy especialmente a mi hermana del TEC Rosa, que más que una amiga y compañera me brindo su cariño y apoyo incondicional.

A todos los que estuvieron cerca o lejos pero que vivieron conmigo esta experiencia y en especial a mi amiga Kathia que me acompaña desde el cielo.

AGRADECIMIENTO

A Don Juan González, quien fue guía y ejemplo, un colaborador y participe, quien siempre me brindó ayuda y consejo, gracias por ser una gran persona, un gran profesional, un gran ejemplo a seguir, por su perseverancia, fortaleza y amor por la agricultura.

Quiero agradecer especialmente a Andrea González, que más que una colaboradora fue una amiga, agradezco todas las experiencias, el apoyo y todo lo que aprendí a su lado.

A todos los profesores que contribuyeron en el camino, por todo el conocimiento y por toda la paciencia. Que Dios los bendiga y los deje seguir trabajando. Especialmente a Don Arnoldo Gadea, quien fue un consejero y colaborador en este proyecto, compañero y amigo.

A todas las personas que estuvieron conmigo en el camino de mis estudios, a los compañeros del comedor, a mis compañeros del TEC. Especialmente Carlos Mora, Melvin Calderón, Estela, a los Jorges, Ronny, Didier, Fernando, Olman, Luis, Allan, Mila, Mauren, y a todos los compañeros y amigos de vida juntos, que compartimos buenas pero otras no tan buenas.

A todo el personal de Melonera Los Olivos MACH S.A. que siempre estuvieron dispuestos a ayudar, me brindaron su amistad, colaboración y apoyo, especialmente a Pam, Anita, Tony, Johnny, Rivera, Pana, y todos los que estuvieron apoyándome, porque me hicieron sentir parte del grupo, por los consejos y los momentos en que fuimos compañeros y amigos, gracias por ser parte de esta experiencia.

A las compañeras de Agronomía Yendry y Karen, gracias por la amistad, la ayuda y sobre todo por la paciencia. Gracias a todos por los consejos y por el tiempo dedicado.

A todos mil gracias y muchas BENDICIONES!!!

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	<i>i</i>
AGRADECIMIENTO	<i>ii</i>
TABLA DE CONTENIDO	<i>iii</i>
RESUMEN	<i>v</i>
ABSTRACT	<i>vi</i>
LISTA DE CUADROS	<i>vii</i>
LISTA DE FIGURAS	<i>viii</i>
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	4
1.2. Objetivos específicos	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Taxonomía y Morfología	5
2.1.1. Planta.....	5
2.1.2. Sistema radical.....	5
2.1.3. Tallo	6
2.1.4. Hoja.....	6
2.1.5. Flor.....	6
2.1.6. Fruto.....	7
2.2. Fisiología del cultivo y Condiciones climáticas	7
2.3. Fenología del cultivo.	9
2.4. Material Vegetal.....	9
2.5. Floración	10
2.6. Polinización	11
2.6.1. Tiempo óptimo para introducir y retirar las abejas	12
2.6.2. Número y Distribución de Colmenas.....	13
3. MATERIALES Y METODOS	14

3.1.	Fase I: Temporada 2007-2008	14
3.2.	Fase II: Temporada 2008-2009	15
3.3.	Fase III: Año 2009.....	16
3.4.	Descripción de los Experimentos.....	17
3.4.1.	Material experimental.....	17
3.4.2.	Tratamientos	18
3.4.3.	Descripción y ubicación de la unidad experimental.....	18
3.4.4.	Desarrollo de la Plantación	20
3.4.5.	Variable productiva evaluada.....	21
3.4.6.	Diseño experimental	21
4.	<i>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	23
4.1.	Primera fase.....	24
4.1.1.	Desarrollo del cultivo	24
4.1.2.	Número de frutos	27
4.2.	Segunda Fase:.....	30
4.2.1.	Desarrollo de la plantación.....	30
4.2.2.	Número de frutos	32
4.3.	Tercera Fase:.....	35
5.	<i>CONCLUSIONES</i>	36
6.	<i>RECOMENDACIONES</i>.....	38
7.	<i>LITERATURA CONSULTADA</i>	40

RESUMEN

Este trabajo consistió en evaluar el efecto de la polinización en la producción de melón (*Cucumis melo*) Híbrido Dorado, utilizando plantas de un lote comercial, iniciando previo a la floración hasta el final del ciclo productivo. El trabajo se realizó en la Península de Nicoya (Lepanto y Nandayure) donde las condiciones agroclimáticas son adecuadas para el desarrollo del cultivo. Las plantas se aislaron antes de la floración estaminada (masculina) hasta después de los 40 días después de trasplante (ddt), aproximadamente cuando están cuajados los frutos cosechables (53 ddt). El trabajo se realizó en tres fases, las dos primeras durante temporadas seguidas (2007-2008 y 2008-2009) para corroborar si los datos eran repetibles, además se realizó una tercera etapa en la que se comprobó que el híbrido utilizado si se poliniza sin la presencia de insectos. Los tratamientos usados fueron: T1: Polinización abierta que consistió en la práctica normal de la finca, con la colocación de tres cajas de abejas (*Aphis mellifera*), y un T2: Polinización controlada que consiste en un segmento de la plantación protegida con malla (Agribon) para restringir la entrada de insectos especialmente abejas; durante la tercera fase las plantas se mantuvieron en ambiente protegido (invernadero). El área experimental utilizada fue de diez metros lineales de cama (33 plantas). Las evaluaciones se realizaron después de los 40 días para las 3 fases. Se valoró el número de frutos cuajados, tamaños desde cinco centímetros hasta frutos totalmente desarrollados. Los resultados obtenidos al momento de evaluación, indican que no existió diferencias significativas ($p \text{ valor} > 0,05$) en el número de frutos cuajados entre los tratamientos. Sin embargo, la producción en el tratamiento polinización abierta es mayor hasta en un 12%. Por otro lado en condiciones de polinización controlada la producción de frutos es en forma gradual (frutos de diferentes tamaños) y en tratamiento polinización abierta la producción es concentrada (más del 70% de frutos completamente desarrollados) un mayor número de frutos en un período corto.

Palabras clave: Melón, híbrido dorado, autopolinización, polinización, frutos.

ABSTRACT

This work consisted of evaluating the effects of open pollination in the production of the Gold Hybrid melon (*Cucumis melo*) using plants of a commercial lot, starting before the flowering until the end of the production cycle. This work was done in the Nicoya Peninsula (Lepanto and Nandayure) where growing conditions are appropriate for crop development. The plants were isolated before the masculine flowering, until 40 days after transplantation. Harvestable crops were ready approximately 53 days after transplantation. The work was done in three phases. The first two phases were done in a row (seasons 2007-2008 and 2008-2009) to corroborate that the results were repeatable and then in a third phase to check that the hybrid could pollinate itself without the presence of insects. The treatments used were: T1: Open Pollination: which consisted of the normal practice of the farm using the collocation of three boxes of bees (*Aphis Mellifera*); T2: Controlled pollination: a segment of the plantation was protected with a mesh to avoid the entrance of insects, especially bees; during the third phase the plants were in a protected environment (greenhouse). The area used was ten linear meters of beds (33 plants). Evaluations were made after 40 days in each of the three phases. Evaluated was the number of fruit sized from 5 cm to fully developed fruit. The result of the evaluation indicated that there was no significant difference in the size of the crops between treatments. However, the production in the open pollination treatment was higher, up to 12%. On the other hand, in pollination controlled conditions, the crop production is by degrees (crops of different sizes) and in the open pollination treatment the production is concentrated (more than 70% of crops completely developed), with more crops in a shorter time.

Key words: Melon, Gold hybrid, self-pollination, pollination, crops.

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Análisis de Varianza, fuentes de variación y grados de libertad del experimento.....	22
2	Número de frutos por unidad experimental, promedio y coeficiente de variación de los tratamientos polinización abierta y polinización controlada durante la Fase I (temporada 2007-2008) (Lepanto, Puntarenas; 2008).	28
3	Análisis de Varianza para la variable de número de frutos (Lepanto, Puntarenas; 2008).....	30
4	Número de frutos por unidad experimental de cada tratamiento (Lepanto, Puntarenas; 2008).....	34
5	Análisis de Varianza para la variable de número de frutos (Lepanto, Puntarenas; 2008).....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Finca El Verde, resaltadas las válvulas 2 y 3 (Fotografía tomada de GoogleEarth).	15
2	Finca la Pista, enmarcado las válvulas 15, 16, 17 y 18 (Fotografía tomada de GoogleEarth).	16
3	Unidad experimental del tratamiento polinización controlada (Puntarenas y Guanacaste, 2008-2009).	19
4	Croquis del área experimental, distribución de las unidades experimentales en la primera y segunda fase (Puntarenas y Guanacaste, 2008-2009).	20
5	Tamaños de frutos de melón evaluados: a) Fruto de cinco centímetros y b) Fruto completamente desarrollado (a cosecha).	21
6	Síntomas de virosis en melón (Cucumis melo) (Lepanto, Puntarenas; 2008).....	25
7	Plantas de melón híbrido dorado al momento de instalación de los módulos (Lepanto, Puntarenas; 2008).	26
8	Frutos en distintos estados de desarrollo: a) a los 3 días después de la polinización, b) 12 días, c) frutos completamente desarrollados (Lepanto, Puntarenas; 2008).....	29
9	Diferencia en el crecimiento y vigorosidad de las hojas: a) tratamiento polinización controlada y b) tratamiento polinización abierta (Nandayure, Guanacaste; 2009).	31
10	Diferencia en color y vigor de las plantas del tratamiento polinización controlada y el tratamiento polinización abierta (Nandayure, Guanacaste; 2009).	32
11	Frutos en distintos estados de desarrollo: a) a los 3 días después de la polinización, b) 10 días, c) frutos completamente desarrollados (Lepanto, Puntarenas; 2008).....	33

1. INTRODUCCIÓN

La importancia de la producción de melón es consecuente con la gran demanda de estos productos por los mercados internacionales, lo que ha repercutido en forma positiva en la implementación de nuevas tecnología y prácticas culturales en busca de una mayor productividad. Se han especializado cada día más los productores y técnicos, así como la forma de producir y las variedades utilizadas. Las Llanuras Guanacastecas son lugares apropiados para la producción de melón, tal es el caso del cantón de Nandayure donde existe un área de siembra de melón de alrededor de 2.000 hectáreas.

Las variedades cultivadas en Costa Rica son numerosas; sin embargo la demanda y la facilidad de manufactura del melón amarillo (*Cucumis melo*), han hecho de esta uno de las variedades más utilizadas por los pequeños y medianos productores. Por su parte, las compañías productoras y distribuidoras de semilla cada año presentan nuevas variedades con novedades como un ciclo de cultivo más corto, de mayor vida en anaquel, nueva forma, más tamaño, entre otras. Una de las características que se ha modificado en esta variedad es la producción de flores hermafroditas.

Como se conoce, la mayoría de cucurbitáceas son plantas de polinización entomófila, por ello la producción de melón se liga con la utilización de abejas para la polinización. Estudios realizados en la zona de la Península de Nicoya y por experiencia de los técnicos, se estima que la producción de melón depende desde 20 hasta un 40% del trabajo de las abejas; sin embargo, no se han realizado pruebas recientes en las nuevas variedades (González 2009).

González, J. 2009. Cultivo de Melón. Guanacaste, CR. Comunicación personal.

El uso de abejas en la plantación trae consigo complicaciones para la realización de algunas tareas diarias, en especial el control fitosanitario, ya que la mayoría de aplicaciones incluyen insecticidas, que afectan también a las abejas y otros artrópodos que pueden tener efecto polinizador. Durante el ciclo del cultivo (55 a 75 días) se realizan ocho aplicaciones foliares de fitosanitarios, de las cuales cuatro se deben de hacer en horarios nocturnos para la protección de las abejas, aumentando los costos de producción.

Según apicultores y productores se necesitan varios cientos granos del polen que se deben depositar en el estigma de cada flor para producir una fruta del tamaño comercial. Esto significa generalmente de diez a quince visitas de abeja por flor para producir una fruta comercialmente aprovechable. Sin embargo, estos mismos apuestan a que una fruta de una flor hermafrodita autopolinizada produce frutos perfectos o de calidad de exportación (González 2009).

La planta del melón es de tipo andromonoico, esto quiere decir que produce flores estaminadas y hermafroditas. Las flores masculinas se empiezan a producir una o dos semanas antes que las femeninas (McGregor 1976), y son mucho más abundantes. Las flores del melón permanecen abiertas un sólo día. Abren inmediatamente con la salida del sol o un par de horas después, aunque bajas temperaturas, alta humedad o nubosidad suelen retrasar el evento (McGregor y Todd 1952).

Se trata de una planta autocompatible y aunque el ovario es receptivo al polen de la misma flor, se obtienen considerables beneficios cuando el polen proviene de otra flor (polinización cruzada), ya que es más factible que lleguen al estigma los granos de polen de la variedad adecuada, en el momento de mayor receptividad, y en mayor cantidad (McGregor 1976).

González, J. 2009. Cultivo de Melón. Guanacaste, CR. Comunicación personal.

Debido a que en las cucurbitáceas los granos de polen producen túbulos de polen directamente hacia abajo, y con muy poco movimiento lateral, una cantidad insuficiente de granos de polen en uno de los lóbulos producirá eventualmente frutos asimétricos o enanos. En el melón, la producción de frutos de forma comercial (grandes y simétricos) requiere que se depositen al menos 400 granos de polen sobre los tres lóbulos del estigma. Para ello, algunos estudios como el de McGregor y Todd (1952) han demostrado que se requieren al menos diez visitas de abejas por flor.

Hoy en día la polinización abierta, utilizada en las plantaciones comerciales, requiere de la introducción de colmenas de abejas (*Apis mellifera*) como agente polinizador. Las abejas se introducen al menos cinco días previos al inicio de la floración femenina.

En el cantón de Nandayure se utilizan una proporción de tres colmenas por hectárea. La polinización abierta consiste en el transporte del polen por abejas desde las anteras de una planta hasta el estigma del pistilo de las flores de otra planta. La polinización es realizada principalmente por abejas que llevan en polen desde las flores masculinas hasta el pistilo de las flores femeninas de otra planta. Esta labor es realizada al aire libre. No existe ninguna barrera no natural que pueda impedir el paso de abejas de una planta a otra.

Con estos antecedentes adquiere sentido evaluar el impacto de la polinización abierta, en la que participan artrópodos de distintas familias, siendo los principales polinizadores las abejas, que son organismos que se deben introducir al sistema de producción y su utilización conlleva la implementación de labores adicionales que tienen impactos significativos en los costos de producción.

Por estas razones se plantearon los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

- Evaluar el impacto de la polinización abierta en la producción de frutos de melón dorado, en Lepanto, Puntarenas y Nandayure, Guanacaste.

1.2. Objetivos específicos

- Estimar la producción de frutos de melón obtenidos por polinización abierta.
- Estimar la producción de frutos de melón obtenidos en polinización controlada.
- Comparar la producción de frutos de melón obtenidos por polinización abierta con los obtenidos en polinización controlada.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

El melón (*Cucumis melo L.*) es la planta más importante de la familia de las cucurbitáceas que se cultivan en Costa Rica y una de las frutas más producidas, exportadas y consumidas en el país en la temporada seca, de noviembre a abril. Se siembran más de 7000 hectáreas anuales. Las zonas de mayor producción son el Pacífico Central y el Pacífico Norte, áreas en las que se cultiva en la temporada de verano para exportación y en invierno para mercado nacional. Esta fruta es de gran aceptación tanto en el mercado nacional e internacional. Sin embargo, la mayoría de las plantaciones en Costa Rica tienen como objetivo el mercado internacional.

2.1. Taxonomía y Morfología

La planta de melón pertenece al Grupo *Dicotiledónea*, Orden *Violales*, Clase *Magnoliopsida*, Subclase *Dileniidae* y a la familia *Cucubitaceae*, que comprende plantas de mucha importancia económica. Pertenecen a esta familia también el pepino, el ayote, el zapallo, el chayote y la sandía. Pertenecen al género *Cucumis*, representado por la especie *melo* (Baudracco-Armas y Pitrat 1996).

2.1.1. Planta

El cultivo del melón es de régimen anual. Su ciclo de vida, se encuentra entre los 60 y 75 días, en condiciones tropicales, pero en lugares como en España puede llegar a durar hasta 420 días. Son plantas cuyo hábito de crecimiento es herbáceo, de porte rastrero o trepador (Namesny 1997).

2.1.2. Sistema radical

El melón posee un sistema radical abundante, muy ramificado y de rápido crecimiento, extensivo, con una raíz pivotante y numerosas raíces laterales que se concentran en los primeros 60 centímetros del suelo (Namesny 1997).

2.1.3. Tallo

El melón es una planta de tallo rastrero, herbáceo, piloso, bastante flexible y presenta zarcillos. El desarrollo del tallo principal se encuentra limitado por la aparición de las ramas secundarias y por la fructificación. De las axilas de las hojas del tallo principal nacen los tallos de segundo orden, siendo las tres o cuatro primeras guías las más desarrolladas. De las guías de segundo orden nacen las de tercer orden. El sistema caulinar es de hábito rastrero, con tres a ocho ramificaciones, con tallos angulosos, hispídos de gran longitud (1,5 a 4 m), aunque se han desarrollado formas de entrenudos cortos, arbustivas (Namesny 1997).

2.1.4. Hoja

Las hojas se desarrollan a partir de cada nudo del tallo, además estas son grandes (10 a 15 cm de largo), simples, alternas, palmadas y con cinco lóbulos (Mora, 1988).

2.1.5. Flor

Las flores masculinas aparecen en primer lugar, sobre los entrenudos más bajos, mientras que las pistiladas (femeninas y hermafroditas) empiezan a aparecer en las ramas de segundo o tercer orden (Maroto 1986). La gran mayoría de los cultivares presentan floración monoica o andromonoica, con las flores estaminadas en grupos de tres a cinco, y las flores pistiladas o hermafroditas individuales en las axilas de las hojas. Las flores son más grandes y atractivas que en sandía, con pétalos amarillo intenso. Las flores pistiladas son polinizadas por insectos, principalmente abejas. El periantio tiene cinco sépalos, cinco pétalos, libres o connados de una corola simpétala, amarilla (El cultivo de Melón).

El androceo, con cinco estambres básicamente unidos al hipanto, pero con algún grado de reducción o fusión entre ellos. A menudo aparecen tres anteras: dos dobles (ditecicas), una simple (monotecica); filamentos libres o connados. El gineceo de tres carpelos unidos; ovario ínfero; nectarios en receptáculo de las flores

estaminadas; en las pistiladas en el extremo del ovario (a veces los nectarios se encuentran ausentes); el estilo solitario con uno, tres o cinco estigmas bilobulados (Maroto 1986).

2.1.6. Fruto

El fruto es tipo baya (peponoide) que varía en su forma, textura y color; los cuales pueden ser redondos u oblongos, de cáscara lisa, verrugosa o reticulada; por lo general de color amarillo, anaranjado o verde. La pulpa de este fruto en su punto de madurez es blanda, de perfumado a casi inodoro, dulce y acuosa (Mora 1988).

Las semillas, por lo general, son de color amarillo pálido o blanquecino. Estas pueden ser de tamaño regular, ovaladas o achatadas, dependiendo del tipo de melón que sean (Mora 1988).

2.2. Fisiología del cultivo y Condiciones climáticas

El melón es una planta termofílica, muy exigente en calor. Para que haya una polinización sin problemas, la temperatura no debe descender de 18°C, y para que maduren los frutos, requiere un intervalo térmico entre 20 y 30 °C. Según Jaramillo y Lobo (1983), la temperatura ambiental óptima debe ser de 23 a 30 °C.

La humedad relativa debe ser de un 70%, sin llegar a ser superior al 75%; temperaturas más altas y humedades relativas menores favorecen la calidad de la fruta, ya que la concentración de azúcares tiende a ser mayor y disminuye la predisposición a enfermedades (Parada 1995). Así mismo, existe una correlación negativa entre los sólidos solubles de melón y la alta humedad del suelo, simulando una precipitación de alta intensidad (Namesny 1997).

Las unidades luz de las cuales dispone la planta de melón, con base en la duración del día alterado por el movimiento de la Tierra, afecta el proceso fotosintético, el desarrollo de la planta y su producción final (Namesny 1997).

Para conseguir un desarrollo adecuado de los frutos de melón en condiciones naturales, es preciso que sobre el estilo de las flores germine un alto número de granos de polen; de lo contrario, pueden formarse frutos pequeños deformados y con pocas semillas (Namesny 1997). Namesny (1997) recomienda el empleo de abejas y otros himenópteros para conseguir un adecuado cuaje de frutos.

Los primeros 15 días, tras la polinización, hay un crecimiento exponencial de los frutos, al término de los cuales el fruto ha alcanzado la mitad del volumen total, y a partir de este estadio se inicia el cambio de color de la pulpa, por degradación de los carotenos. El ritmo de crecimiento del fruto disminuye y cuando alcanza su tamaño definitivo (aproximadamente a los 20-25 después de la polinización), se inicia la maduración con la consecuente acumulación de azúcares en los últimos 10 días (Namesny 1997).

En los primeros estadios de crecimiento del fruto, el contenido en azúcares totales es escaso, y esta formado fundamentalmente por fructosa y glucosa. A medida que el fruto de melón va madurando, el contenido en azúcares se va incrementando hasta superar el 97% de los sólidos solubles, siendo la sacarosa el hidrato de carbono más importante con más del 50% del total de éstos (Namesny 1997).

Se ha tratado de establecer algunos indicadores de cosecha como la aparición de una grieta concéntrica en la base del pedúnculo del fruto, el marchitamiento de la primera hoja situada sobre el fruto, el viraje de la coloración de la corteza de los frutos, amarillamiento de la corteza de la parte inferior del fruto, el incremento de un aroma y fragancia. No obstante, estos indicadores son más determinantes en unos cultivares que en otros. En algunos países se hace necesario hacer pruebas con un refractómetro, para una mejor determinación del punto de cosecha. (Namesny 1997).

La calidad del fruto está directamente relacionado con la temperatura y manejo del cultivo; donde los componentes dulzura, textura de la pulpa y tamaño del fruto puede ser afectado por un inadecuado manejo del cultivo o mala época de siembra; teniéndose en cuenta por lo tanto que la maduración de frutos coincida con alrededor de 25°C (Namesny 1997).

2.3. Fenología del cultivo.

Según Bolaños (1998) el ciclo comercial del melón se puede dividir en tres etapas. La primera se inicia con la germinación y finaliza cuando las plantas se han establecido en el campo. Durante esta fase, la planta produce el sistema radical que le servirá de anclaje y para la absorción del agua y nutrientes, desarrollara las primeras hojas que le servirán para iniciar la fotosíntesis. La segunda etapa corresponde al desarrollo del follaje e inicio de la floración, esta etapa finaliza cuando aparecen los primeros frutos. La primera etapa dura, aproximadamente, hasta los 25 días después de la siembra; la segunda etapa se prolonga por diez días y la última se inicia a partir de los 35 días después del trasplante para finalizar con la cosecha.

El aumento de biomasa de la planta prácticamente se detiene a los 40 días después de la siembra. Este puede ser el momento en que las plantas de melón han alcanzado su máximo desarrollo y están listas para llenarse de frutos. La cosecha se inicia alrededor de los 60 días después de la siembra y se puede prolongar hasta por 15 días (Bolaños 1998).

2.4. Material Vegetal

Las variedades de melón que se cultivan para exportación se clasifican, según Baudracco-Armas y Pitrat (1996), en varios grupos, entre ellos los melones amarillos y verdes españoles, Cantaloupe, Honey dew, Galia y melones de larga conservación, entre otros.

Existen dos tipos de Melón amarillo: el Amarillo canario y el Amarillo oro. El primero es de forma más oval y algo más alargado. La piel del fruto es lisa y de color amarillo en la madurez, sin escriturado. La pulpa es blanca, crujiente y dulce (12-14°Brix). La planta en general es menos vigorosa que la del resto de los melones. Su ciclo de cultivo suele durar 60-75 días, según variedades. Presentan buena duración en anaquel (El cultivo de Melón).

2.5. Floración

La mayoría de las variedades de melón poseen flores masculinas (estaminadas) y flores femeninas y hermafroditas (con ambos sexos) en la misma planta (Reyes y Cano, s.f.).

Reyes y Cano afirman que aunque existe compatibilidad no es posible la autofecundación pues el polen del melón es pesado y pegajoso y sólo puede ser trasladado por insectos. Al aislar flores del melón del alcance de los insectos se ha encontrado que no existe amarre de frutos, en la mayoría de las variedades.

También el número de visitas a la flor tiene efecto sobre el rendimiento y calidad del fruto, pues, entre más visitas mayor será el número de semillas. Dado que la semilla produce hormonas de crecimiento del fruto al menos se deben de obtener 400 semillas para que el melón tenga aceptación comercial (Reyes y Cano, s.f.).

Los principales híbridos y variedades de melón son andromonoicos es decir, poseen flores masculinas y hermafroditas. Las flores femeninas y hermafroditas son solitarias y se localizan en la axila de las hojas de las guías secundarias, mientras que las flores masculinas se encuentran en las axilas de las hojas de las guías primarias en grupos de tres a cinco (Reyes y Cano, s.f.).

En una planta existe una relación de 512 flores masculinas por 43 femeninas o hermafroditas (12:1). Esta relación varía dependiendo de la actividad de los insectos polinizadores y el amarre del fruto. Cuando no existen polinizadores no

hay amarre de fruto y la relación se transforma a cuatro flores masculinas por una femenina o hermafrodita (4:1) (Reyes; Cano, s.f.).

Las guías principales son el inicio de la estructura vegetativa del melón existiendo de tres a cuatro guías primarias donde generalmente se sitúan las flores masculinas mismas que aparecen de cinco a siete días antes que las hermafroditas situadas en las guías secundarias (Reyes y Cano, s.f.).

Las flores abren poco después de la salida del sol. En general, cuando la temperatura es baja, la humedad alta y días nublados la apertura de la flor se retarda. Las flores se cierran permanentemente la tarde del mismo día. Para la obtención de un fruto comercial de melón se necesita que varios cientos de granos de polen se depositen en el estigma de cada flor femenina o hermafrodita. Para lograr lo anterior, cada flor femenina o hermafrodita debe ser visitada entre diez y quince veces durante el día en que abrió la flor (Reyes y Cano, s.f.).

2.6. Polinización

Las plantas de Melón tienen dos clases de flores (flores masculinas y femeninas o hermafroditas). La polinización de insectos es indispensable cuando las flores tienen sexos separados y tienen polen pegajoso que no se puede mover con el viento. Además, la producción comercial de frutos no es posible cuando los insectos polinizadores son excluidos, pocos en número o son repelidos (o matados) por el uso indiscriminado de agroquímicos (Las abejas...).

Los frutos de buena calidad de Cucurbitáceas tienen muchas semillas. La mal formación de frutos y tamaños pequeños puede ser, algunas veces, el resultado de la polinización inadecuada (poco número de óvulos fertilizados). Hay una relación muy estrecha entre tamaño y forma de frutas y cantidad de semilla (Reyes; Cano, s.f.). Los insectos, especialmente las abejas, son los mejores “Agentes Polinizadores”, por tanto la polinización de abejas en todas las variedades de Melón es esencial para una buena producción (Las abejas...).

Las abejas son los mejores polinizadores por su facilidad de manejarlos, porque se pueden introducir al cultivo, ubicar exactamente cuando y donde se requiere. La colección de polen por las abejas usualmente termina antes del mediodía, pero la recolección de néctar continúa hasta el atardecer. Las abejas son activas cuando las flores son receptivas. Ellas visitan las flores que producen polen más frecuentemente y más tarde visitan la floración femenina. Para poder asegurar una polinización o transferencia de polen adecuado, se requiere de una población grande de abejas pecoreadoras y esto sólo se logra con una colonia fuerte.

El período de polinización es muy corto para una producción máxima y uniforme así que requiere de un tiempo preciso de introducción y remoción de colonias en la plantación para lograr esto (Las abejas...).

2.6.1. Tiempo óptimo para introducir y retirar las abejas

El número adecuado de abejas debe ser proveído al tiempo preciso para no tener pérdidas de flores sin o mal polinizadas. Las colmenas deben ser ubicadas dentro del cultivo ya sea en el centro del lote, o si esto no es factible en las orillas. Se deben de colocar tan pronto como aparezcan el 10% de las plantas con flores. Un retardo de unos pocos días en la introducción de colmenas después que ha comenzado la floración no necesariamente reduce el número de fruto total, pero estará retardando el punto máximo de producción y sacrificará la calidad de la primera pega de fruta.

Las primeras frutas tienden a ser de buena calidad y son las que escapan a los daños del virus. No deben introducirse las abejas antes que aparezcan las primeras flores en los cultivos, esto obliga a las abejas a pecorear fuera de la plantación, y no volverán hasta que se hayan perdido muchas frutas por mala polinización (Las abejas...).

2.6.2. Número y Distribución de Colmenas

El número de colonias de abejas necesario para una adecuada polinización, está influenciado por la atracción de otras plantas alrededor del cultivo a polinizar, pues esto reduce la polinización en las Cucurbitáceas (Las abejas...).

Considerando la fuerza o fortaleza de las colmenas, el número mínimo recomendado por hectárea es tres, lo ideal va desde seis a ocho colmenas/ha. El número se vuelve más importante en cultivos de pepino o sandía sin semilla, porque sólo un porcentaje de las plantas tienen flor macho (10 al 20%) lo que significa que las abejas deben de trabajar más para poder tener la polinización deseada (Las abejas...).

3. MATERIALES Y METODOS

El proyecto se desarrolló en tres fases, las dos primeras en plantaciones comerciales y una tercera fase en un invernadero. Las dos primeras fases se establecieron en dos años consecutivos con el propósito de asegurarse que los resultados fueran repetibles y la tercera fase para asegurar completamente que sí dio autopolinización en el híbrido utilizado.

3.1. Fase I: Temporada 2007-2008

El experimento fue realizado en la temporada 2007-2008, en La Finca El Verde, Caserío El Golfo, Distrito Lepanto, Cantón Central, en la Provincia de Puntarenas, Costa Rica; localizada a 9° 58' 36.99" Latitud Norte, 85° 10' 05.39" Longitud Oeste y a una altura de 24 m.s.n.m. La localidad presenta características climáticas generales de una temperatura máxima de 37 °C, una media mínima de 22 °C y una media general de 32 °C. La precipitación anual promedio es de 1200 mm.

La fase se desarrolló en los meses de febrero y marzo del 2008, a partir de los días 16 al 18 después de trasplante (09 de febrero, 2008), momento en el que se colocaron los módulos, antes de que el cultivo iniciara la floración femenina, hasta después del día 38 después de trasplante (16 de marzo, 2008), que es el momento en que se estima están cuajados los frutos que la planta alcanza a llenar al día 53 de la cosecha para ser exportables.

Se eligieron las válvulas tres y cuatro (divisiones que utiliza la finca, área a la que se le da un manejo en común) (Figura 1), con un área total 4,2 ha, ubicadas una al lado de la otra, ambas válvulas fueron sembradas el mismo día y el programa de fertilización y fitosanitario se maneja en conjunto, en un solo paquete de fumigaciones y fertilizaciones.



Figura 1: Finca El Verde, resaltadas las válvulas 2 y 3 (Fotografía tomada de GoogleEarth).

3.2. Fase II: Temporada 2008-2009

El experimento fue realizado en la temporada 2008-2009, en La Finca La Pista, Caserío Canjelito, en el Distrito de San Pablo, Cantón de Carmona, en la Provincia de Guanacaste, Costa Rica; localizada a $10^{\circ} 00' 25.16''$ Latitud Norte, $85^{\circ} 10' 32.60''$ Longitud Oeste y a una altura de 18 m.s.n.m. La localidad presenta características climáticas generales de una temperatura máxima de 37°C , una media mínima de 22°C y una media general de 32°C . La precipitación anual promedio es de 1200 mm.

Esta fase se desarrolló en los meses de enero, febrero e inicios de marzo del año 2009, inicio desde los días diez a doce después de trasplante (17 y 18 de enero, 2009), momento en el que se colocaron los módulos, antes de que el cultivo

iniciara la floración, hasta tres días antes de la cosecha (1 de marzo, 2009) 40 días después de colocados los módulos.

Se eligieron las válvulas 15, 16, 17 y 18 (Figura 2), estas fueron sembradas el mismo día y el programa de fertilización y fitosanitario se maneja en conjunto, en un solo paquete de fumigaciones y fertilizaciones que al igual que las anteriores fueron sembradas el mismo día y se les dio igual manejo agronómico.

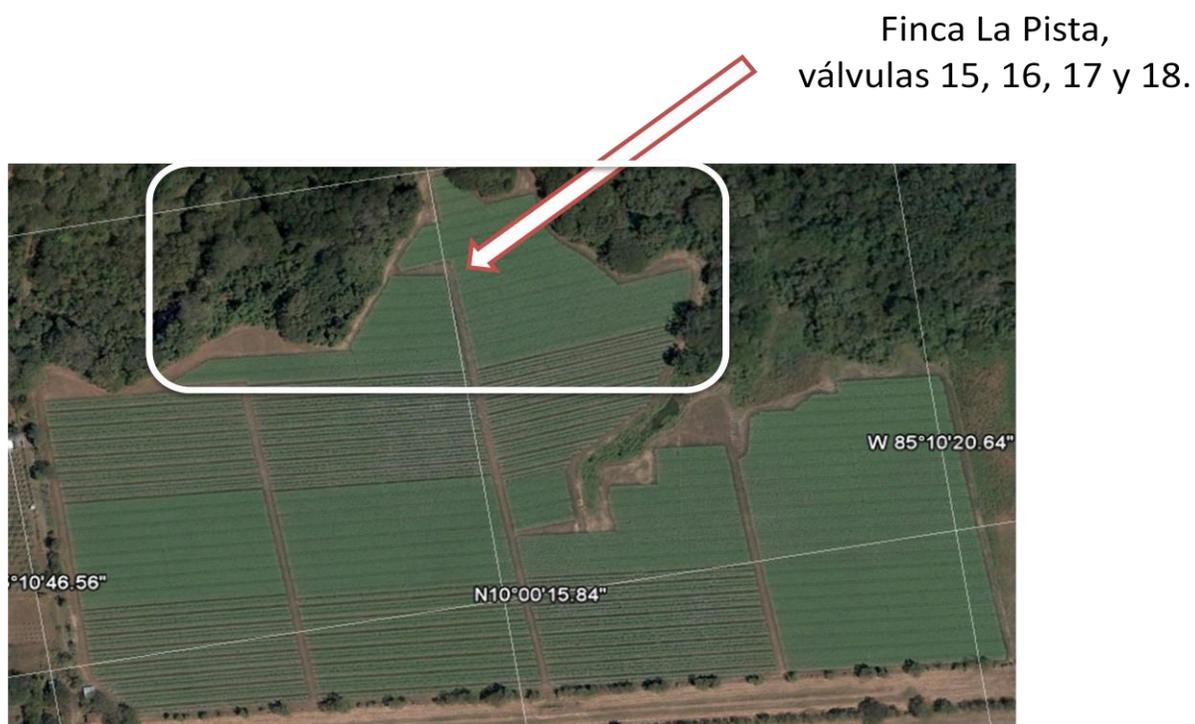


Figura 2: Finca la Pista, enmarcado las válvulas 15, 16, 17 y 18 (Fotografía tomada de GoogleEarth).

3.3. Fase III: Año 2009

El experimento fue desarrollado en el año 2009, en uno de los invernaderos del Instituto Tecnológico de Costa Rica en su sede de en San Carlos, en la comunidad de Santa Clara, Distrito de Florencia, Cantón San Carlos, Provincia de Alajuela, Costa Rica; localizada a una altura de 170 m.s.n.m. La localidad presenta

características climáticas generales de una temperatura media general de 26 °C. La precipitación anual promedio es de 3.500 mm.

Esta fase se desarrolló en abril y mayo del 2009, para verificar la polinización en ausencia de abejas introducidas o de insectos polinizadores.

El área experimental es una fila de plantas sembradas en potes, en uno de los invernaderos del ITCR-SSC.

3.4. Descripción de los Experimentos

3.4.1. Material experimental

El material vegetal que se utilizó en las tres fases, fue melón (*Cucumis melo*), híbrido dorado, con un ciclo de cultivo de 50 a 55 días después de trasplante (ddt), con un período de almácigo de once a trece días, para un ciclo total de 65 a 70 días después de siembra, la floración inicia de los 16 a 19 ddt con flores masculinas y de 18 a 21 ddt inicia la floración femenina o hermafrodita.

Las abejas (*Apis mellifera*) son las que se utilizan en las plantaciones comerciales de la zona. En la finca se utiliza una relación de tres cajas de abejas por hectáreas, estas se introducen al cultivo desde los quince días después de siembra, para con esto lograr que las abejas cuando inicien el período de polinización una vez ya establecidas en la plantación.

Para la construcción de los módulos la malla utilizada fue Agribon, que se cortó en segmentos de quince metros de largo. Se unieron dos segmentos para lograr paños de tres metros de ancho por quince metros de largo. Se hicieron diez paños para cada fase. Se construyeron arcos con trozos de varillas de metal para construcción de $\frac{1}{4}$ de tres metros de longitud, sobre los que se colocó la malla de Agribon.

La tercera fase fue desarrollada en un invernadero del ITCR, en el primer semestre del 2009. En esta fase sólo se realizó una evaluación de referencia, para corroborar si hay polinización sin la participación de abejas.

Durante el desarrollo de la primera y segunda fase se contó con la colaboración de peones como mano de obra para la colocación y retiro de los módulos.

3.4.2. Tratamientos

Tanto en la primera como en la segunda fase se aplicó dos tratamientos:

- **Tratamiento 1: Polinización abierta:** es la práctica normal de la finca, consiste en colocar tres colmenas de abejas por hectárea. La principal característica es el uso de abejas para la polinización.
- **Tratamiento 2: Polinización controlada:** es un segmento de la plantación protegida con malla (módulo) para restringir la entrada de insectos especialmente abejas, con el fin de evaluar la capacidad de autopolinización.

En la tercera fase desarrollada en un invernadero, con plantas sembradas en macetas (a 30cm entre planta), solamente se verificó la polinización en ausencia de abejas.

3.4.3. Descripción y ubicación de la unidad experimental

Polinización Controlada: la unidad experimental fue de catorce metros lineales de cama, que incluyó 46 plantas. Como borde se dejó dos metros en cada extremo del módulo. Siendo el área efectiva diez metros lineales de cama, con un total de 33 plantas (3,3 plantas por metro). Para cada unidad experimental se colocaron 6 varillas clavadas en cada costado de la cama en forma de arco (Figura 3), sobre estas se colocó la malla y se prensó en todas las márgenes con suelo.



Figura 3: Unidad experimental del tratamiento polinización controlada (Puntarenas y Guanacaste, 2008-2009).

Polinización Abierta: la unidad experimental fue de 10 metros lineales de cama, ubicados aleatoriamente en toda la plantación.

En ambas fases se ubicaron 20 unidades experimentales, diez para cada tratamiento. La distribución de las unidades experimentales se realizó de forma aleatoria, la ubicación de las mismas se muestra en la Figura 4, en el croquis del área experimental para la primera y segunda fase.

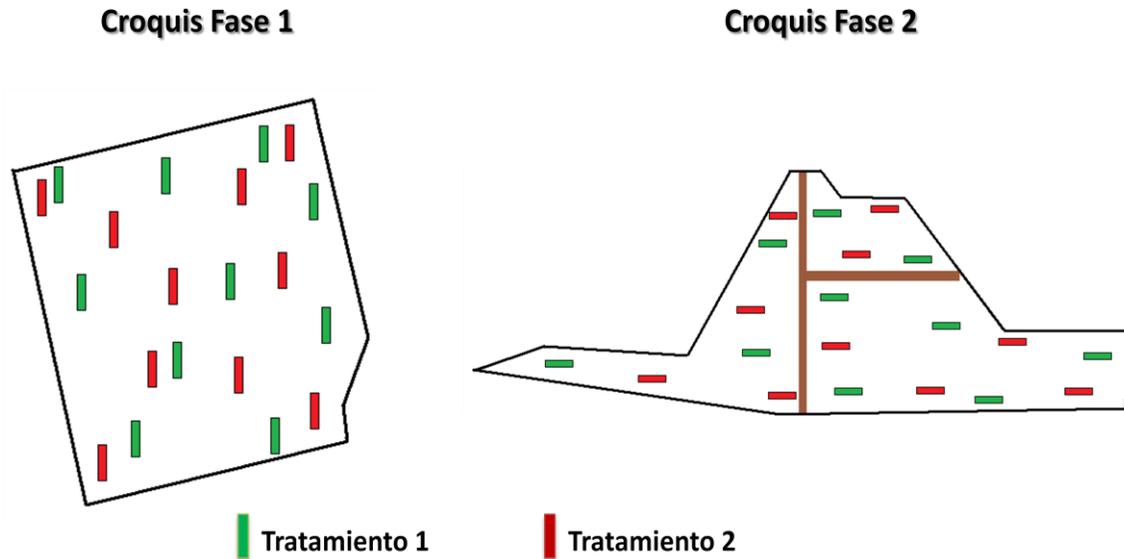


Figura 4: Croquis del área experimental, distribución de las unidades experimentales en la primera y segunda fase (Puntarenas y Guanacaste, 2008-2009).

3.4.4. Desarrollo de la Plantación

Durante el desarrollo de la plantación se realizaron observaciones sobre algunos factores que podían afectar el efecto del tratamiento, como:

I Fase: Temporada 2007-2008: en esta fase se realizaron observaciones sobre condición fitosanitaria de la plantación.

II Fase: Temporada 2008-2009: durante el desarrollo de la plantación se realizaron observaciones sobre el comportamiento de la floración, específicamente en el momento de inicio en ambos tratamientos, basados en experiencias previas de que la floración ocurre de 16 a 18 días después del trasplante.

Simultáneamente a la evaluación del número de frutos se realizaron observaciones sobre el vigor y crecimiento de la planta, se midió el tamaño del pecíolo y lámina de la hoja.

3.4.5. Variable productiva evaluada

La variable de producción evaluada es el número de frutos cuajados, los cuales comprenden frutos de tamaño mínimo de cinco centímetros (Figura 5) a frutos completamente desarrollados (de cosecha). Se contó el total de los frutos cuajados en cada módulo.



Figura 5: Tamaño de frutos de melón evaluados en todas las fases: a) Fruto de cinco centímetros y b) Frutos completamente desarrollados (a cosecha) (Lepanto, Puntarenas 2008; Nandayure, Guanacaste y Santa Clara, San Carlos 2009).

3.4.6. Diseño experimental

En las dos primeras fases se aplicó un diseño experimental Irrestricto al Azar, en donde se establecieron dos tratamientos con diez repeticiones. Para la tercera fase sólo se realizó una evaluación de comprobación de la capacidad de auto polinizarse de la planta de melón. La distribución de los tratamientos se realizó en forma aleatoria.

El modelo estadístico utilizado:

$$Y_i = \mu + T_i + \xi_i$$

Donde:

Y_i = Respuesta

μ = Media general del experimento

T_i = Efecto del tratamiento

ξ_i = Efecto del error experimental

Cuadro 1. Análisis de Varianza, fuentes de variación y grados de libertad del experimento.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamiento	1
Error Experimental	18
Total	19

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El melón es una planta andromonoica, es decir que posee flores masculinas (estaminadas) y flores hermafroditas (con ambos sexos) en la misma planta. Aunque existe compatibilidad algunos autores citan que no es posible la autofecundación, pues el polen del melón es pesado y pegajoso y sólo puede ser trasladado por insectos (Reyes y Cano, s.f.). Pese a esta aseveración, algunos productores de la zona de la Península (Nandayure y Lepanto) afirman que el no usar abejas no afecta la polinización, puesto que en lotes donde no se han introducido abejas no hay diferencia en la producción. Por estas razones se aislaron plantas de lotes comerciales con el fin de impedir la entrada de abejas (*Apis mellifera*) y así valorar si es indispensable o notoria la diferencia en producción con el uso o no de abejas para la polinización.

Cuando se estableció el experimento (primera fase temporada 2007-2008) se consideró incluir variables relacionadas con calidad de frutos (tamaño de fruta, grados brix al momento de cosecha, peso de fruta, deformaciones); sin embargo al momento de la evaluación dentro de los módulos no habían frutas totalmente desarrolladas o con características apropiadas para ser cosechadas. Por lo tanto no se midió esas variables.

Las causas probables de ese desfase en el desarrollo se atribuyó a la manifestación de síntomas de virosis en el área experimental y a un posible efecto sobre la floración de las condiciones microclimáticas causadas por la malla. Por estas razones se decidió repetir el experimento en la temporada 2008-2009.

4.1. Primera fase

4.1.1. Desarrollo del cultivo

La producción melonera en la zona inicia en el mes de noviembre con los lotes que permiten la temprana preparación del terreno, en los meses de diciembre y enero se da la mayor área de siembra y en el mes de febrero se da la primera siembra de los últimos lotes o una segunda siembra de los lotes que fueron cosechados en este mes. En los meses de enero y febrero se dan los niveles más altos en poblaciones de plagas, ya que está la mayoría del área en producción y se da la salida de los primeros lotes de producción. En la temporada 2007-2008 se dio un ataque severo de poblaciones de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y áfidos (*Aphis gossypii*), los productores se vieron en la obligación de realizar aplicaciones extra de insecticida para el control, no obstante, con el control de la plaga no se acaba el problema pues estas son vectores de varios virus, Sánchez, Agüero y Rivera (2001) mencionan que *Aphis gossypii* es la especie vector más abundante y prevaleciente en las zonas productoras de melón de exportación en Costa Rica. En estudios realizados durante los años 1989 a 1992 se identificaron cuatro virus infectando el melón en Costa Rica: el virus de la mancha anular de la papaya o "papaya ringspot virus" (PRSV), el virus del mosaico de la sandía 2 o "watermelon mosaic virus 2 (WMV-2), el virus del mosaico del pepino o "cucumber mosaic virus" (CMV), y el virus del mosaico amarillo del zapallo italiano o "zucchini yellow mosaic virus" (ZYMV) (Sánchez, Agüero y Rivera 1998).



Figura 6: Síntomas de virosis en melón (*Cucumis melo*) (Lepanto, Puntarenas; 2008).

El desarrollo y crecimiento de la plantación desde la siembra en campo hasta el inicio de la floración masculina (16 ddt) momento en el que se instalaron los módulos fue completamente normal, las aplicaciones fitosanitarias y el manejo en general fue el utilizado por la finca, con dos aplicaciones extras de insecticidas para el control específico de mosca blanca y áfidos, los cuales eran vectores de virus, lo que generó una infección por virus en la plantación. Al momento del establecimiento de los módulos las plantas no presentaban síntomas positivos de virosis (Figura 7), por lo que se continuó con el mismo; aproximadamente a los 25 ddt (de 8 a 10 días después de instalados los módulos), los síntomas de virosis en la plantación fueron evidentes. Estudios realizados en otros países (Sánchez, Agüero y Rivera 1998) informan que los virus identificados en Costa Rica causan efectos severos sobre el crecimiento de las plantas (Figura 6), la producción y

calidad de los frutos, lo que concuerda con la sintomatología presentada en la plantas, la producción del lote infectado se vio afectada notablemente en términos de calidad de fruto, ya que la mayoría de fruta fue de tamaños pequeños (10, 12, 14), en cuanto a la cantidad de frutos cuajados el efecto no fue notorio, se obtuvo un promedio de más de cuatro frutas por metro lineal de cama, lo cual está dentro de lo normal en producción de número de frutos.



Figura 7: Plantas de melón híbrido dorado al momento de instalación de los módulos (Lepanto, Puntarenas; 2008).

A pesar de los síntomas de virosis que presentaba la plantación se continuó con el ensayo, en vista de las poblaciones tan altas de mosca blanca y áfidos se realizaron aplicaciones extra dentro de los módulos, con el fin de que las poblaciones dentro de estos no se dispararan, esta aplicación causó quema en las plantas, pero no afectó el desarrollo.

4.1.2. Número de frutos

Según Foord y Mackenzie (2009) el fruto de melón requiere 25-30 días para madurar desde la floración, dependiendo de la temperatura, por lo que se estima que después de los 35 días después del trasplante ya los frutos para el momento de cosecha están cuajados. El conteo de frutos cuajados en la primera fase se realizó de los 42 a los 45 días después del trasplante, de modo que los resultados comprueban que la autopolinización si es viable, aunque la mayoría de los autores aseguran que el melón es completamente dependiente de la polinización entomófila (McGregor, 1976; Maroto, 1986; Jaramillo y Lobo, 1983; Di Trani y De la Hoz, 2007; Mora, 1988).

Los datos obtenidos en melones cuajados del tratamiento polinización controlada fueron variables (Cuadro 2) con respecto al promedio de 4,99 frutos, varían desde 3,7 hasta 7,6 melones por metro lineal de cama, con un coeficiente de variación de 23% para el tratamiento. Para el tratamiento polinización abierta los datos fueron menos variables, con un valor de coeficiente de variación de 14%, lo que demuestra que los datos fueron menos variables con respecto a la media 5,7 frutos. Ambos valores de coeficiente de variación son aceptables (< 30) para experimentos agrícolas.

Cuadro 2: Número de frutos por unidad experimental, promedio y coeficiente de variación de los tratamientos polinización abierta y polinización controlada durante la Fase I (temporada 2007-2008) (Lepanto, Puntarenas; 2008).

Repetición	Polinización Abierta	Polinización Controlada
1	5,2	3.8
2	6,6	5.3
3	7,1	4.2
4	5,8	4.5
5	5,8	5.1
6	6,2	5.8
7	5,7	5.1
8	5,0	7.6
9	4,4	4.8
10	5,4	3.7
Promedio	5.72	4.99
Coeficiente de Variación	14%	23%

El promedio de frutos obtenido en los dos tratamientos (polinización controlada 4,99 y polinización abierta 5,72) difiere en promedio de 0,73 frutos por metro lineal de cama, que es un dato bastante considerable (más del 12% de producción).

En el conteo se encontraron frutos en varios estados de crecimiento como se muestra en la Figura 8. Esto indica que la polinización dentro de los módulos se dio de manera gradual, y difiere de la realizada por abejas que es concentrada. Es importante considerar que para obtener una producción máxima, concentrada y uniforme, el período de polinización debe de ser muy corto (Valega, 2001), lo que se logra sólo con la polinización entomófila realizada por abejas.



Figura 8: Frutos en distintos estados de desarrollo: a) a los tres días después de la polinización, b) 12 días, c) frutos completamente desarrollados (Lepanto, Puntarenas; 2008).

Se contaron frutos de tamaño superior a 5cm y asumiendo que la polinización ocurrió al menos 3 días atrás, para asegurarse que estuvieran cuajados, pues los frutos de menor tamaño pueden confundirse con flores no polinizadas, las que se mantienen pegadas a la planta y finalmente se caen sin formar fruto.

De acuerdo con el análisis de varianza (Cuadro 3) no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p= 0,1115$), por lo que se puede aseverar que si se dio autopolinización en esta variedad bajo las condiciones del tratamiento polinización controlada. El conjunto de datos obtenidos según el análisis de varianza realizado (Cuadro 2) dio un coeficiente de variación de 18,21, el cual es aceptable para experimentos agrícolas (< 20).

Cuadro 3. Análisis de Varianza para la variable de número de frutos (Lepanto, Puntarenas; 2008).

Análisis de la varianza			
Variable	N	R²	CV
N de Frutos	20	0,13	18,21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	266,45	1	266,45	2,80	0,1115
Tratamiento	266,45	1	266,45	2,80	0,1115
Error	1712,5	18	95,14		
Total	1978,95	19			

Se debe de tomar en cuenta que la polinización en el tratamiento polinización abierta concentró la fructificación, siendo los frutos con tamaño comercial 70% del total de frutos cuajados, lo que corresponde a 4,4 frutos cosechables por metro lineal de cama, que es un promedio aceptable.

4.2. Segunda Fase:

4.2.1. Desarrollo de la plantación

Para esta fase la colocación de los módulos se realizó a los doce y trece días después de trasplante, para que al iniciar la floración la planta estuviera adaptada a las condiciones dentro del módulo. Adicionalmente se verificó que el inicio de la floración en el tratamiento de polinización controlada ocurriera simultáneamente con la del tratamiento de polinización abierta, lo que permitió demostrar que no hubo un desfase en el desarrollo de la planta ni de los frutos.

La temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo de la planta de melón según Sarita (1995) es de 25 ± 7 °C (una fluctuación de 18 a 32 °C). Durante el período experimental la temperatura promedio de la zona fue de 33 °C (según datos de estación experimental), lo que pudo tener un efecto negativo en el desarrollo del tratamiento polinización abierta, pues las plantas en el tratamiento de polinización controlada fueron más vigorosas, debido probablemente a que dentro de la malla la temperatura puede disminuir hasta 5 °C de modo que esas plantas se desarrollaron con una temperatura óptima (Jett 2006).

De Lucca (1999) menciona que las unidades luz afectan el proceso fotosintético, el desarrollo de la planta y su producción final. En ese sentido, las condiciones del tratamiento de polinización controlada pudieron propiciar un incremento en el crecimiento de las plantas, debido a que la luz dentro de los módulos es de tipo difusa.

Al realizar mediciones del pecíolo en las hojas, se encontró diferencias de 5cm con respecto a las hojas de las plantas que crecieron en condiciones de polinización abierta (Figura 9). Además las plantas son más vigorosas y tienen un color más vivo (verde más fuerte) (Figura 10).



Figura 9: Diferencia en el crecimiento y vigorosidad de las hojas: a) tratamiento polinización controlada y b) tratamiento polinización abierta (Nandayure, Guanacaste; 2009).



Figura 10: Diferencia en color y vigor de las plantas del tratamiento polinización controlada y el tratamiento polinización abierta (Nandayure, Guanacaste; 2009).

Otra variable que puede haber influido en el crecimiento es el aumento de humedad en las condiciones del tratamiento polinización controlada. La humedad relativa promedio de la zona en la época en la que se desarrollo el experimento varió de 50% a 65%, aumentando en las horas más frescas. Según Jett (2006) la humedad dentro de las cubiertas flotantes puede aumentar desde un diez hasta un 30%, lo que propicia un mayor crecimiento de las plantas del tratamiento polinización controlada. Según Parada (1995) para el óptimo crecimiento la humedad relativa debe ser de un 70%, sin llegar a ser superior al 75%; temperaturas más altas y humedades relativas menores favorecen la calidad de la fruta, ya que la concentración de azúcares tiende a ser mayor y disminuye la predisposición a enfermedades.

4.2.2. Número de frutos

En cuanto a la variable de número de frutos cuajados, el conteo en esta fase se realizó a los 50 días después de trasplante, próximo a la cosecha ya que se quito

uno de los módulos y se realizó un conteo a los 38ddt y sólo se encontraron frutos de tamaño pequeño, por lo que se estimó que la planta podría tener un retraso en el crecimiento y la polinización.



Figura 11: Frutos en distintos estados de desarrollo: a) tres días después de la polinización, b) diez días, c) frutos completamente desarrollados (Lepanto, Puntarenas; 2008).

Al retirar los módulos (a los 50 ddt) se realizó el conteo de frutos al igual que en la fase anterior (se tomaron en cuenta frutos de tamaño mayor a cinco centímetros). Como se muestra en la Figura 11, se encontraron frutos de diversos tamaños, con lo cual se comprueba que la polinización dentro de los módulos se dio de manera gradual o más dispersa, a diferencia de la polinización abierta; además se verificó que la autopolinización bajo las condiciones del experimento si se dio.

Los valores obtenidos de frutos de melón cuajados en el tratamiento polinización controlada (Cuadro 4) a diferencia de la primera fase fueron menos variables, el valor del coeficiente de variación para este tratamiento fue de 8%, dentro de los módulos el número de frutos varió con respecto a la media de 5,69, desde 4,6 a 7,2 melones por metro lineal de cama, con un promedio de 5,9 frutos por metro lineal, lo cual es mayor al promedio esperado de producción.

Cuadro 4: Número de frutos por unidad experimental de cada tratamiento (Lepanto, Puntarenas; 2008).

Repetición	Polinización Abierta	Polinización Controlada
1	6,8	5,6
2	6,3	5,9
3	5,6	4,6
4	6,8	6,9
5	5,7	7,2
6	6,2	5,4
7	6,1	5,1
8	6,5	5,7
9	7,0	5,1
10	5,9	5,4
Promedio	6,29	5,69
Coefficiente de Variación	16%	8%

El promedio de frutos obtenido en los dos tratamientos (Cuadro 3) difiere en 0,6 frutos por metro lineal de cama, que es un dato bastante considerable (10% más de producción).

Al igual que en la primera fase en el tratamiento polinización controlada la variabilidad en el tamaño de fruto fue alta, se encontró frutos desde 5cm hasta frutos totalmente desarrollados (tamaño 10), lo que comprueba lo dicho por Valega (2001) que el período de polinización debe de ser muy corto para una producción máxima y uniforme, lo que se logra sólo con la polinización entomófila realizada por abejas.

De acuerdo con el análisis de varianza (Cuadro 5) no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p= 0,0585$), por lo que se puede aseverar que si se dio autopolinización en esta variedad bajo las condiciones

del experimento. En cuanto al valor de coeficiente de variación de 18,21 (Cuadro 4), este fue aceptable para experimentos agrícolas (< 20).

Cuadro 5. Análisis de Varianza para la variable de número de frutos (Lepanto, Puntarenas; 2008).

Análisis de la varianza			
Variable	N	R²	CV
N° de Frutos	20	0,18	11,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
FV	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	180,00	1	180,00	4,08	0,0585
Tratamiento	180,00	1	180,00	4,08	0,0585
Error	793,80	18	44,10		
Total	973,80	19			

Al igual que en la primera fase la polinización en el tratamiento polinización abierta se concentró la fructificación, la mayoría de los frutos con tamaño comercial, un 80% del total de frutos cuajados, lo que corresponde a 5 frutos cosechables por metro lineal de cama, que es un promedio alto.

4.3. Tercera Fase:

En esta fase solamente se realizó una evaluación previo a la cosecha, para corroborar si se dio polinización en condiciones controladas (de invernadero) sin la utilización de abejas para la polinización. Se obtuvo un promedio de 3,8 frutos cuajados por metro lineal. Es importante mencionar que el comportamiento de la formación de los frutos fue similar al que se dio en el tratamiento polinización controlada, en la fincas El Verde y La Pista, es decir la producción de frutos es gradual. Lo cual comprueba la capacidad de las plantas de polinizarse sin la participación de abejas.

5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó este estudio se concluye que:

1. En el melón híbrido Dorado se estimó que por polinización abierta se produjeron 5,72 frutos por metro lineal de cama en la temporada 2007-2008 y 6,29 frutos por metro lineal de cama en la temporada 2008-2009.
2. En el melón híbrido Dorado se estimó que por polinización controlada se produjeron 4,99 frutos por metro lineal de cama en la temporada 2007-2008 y 5,69 frutos por metro lineal de cama en la temporada 2008-2009.
3. Tanto en la temporada 2007-2008 como en la temporada 2008-2009 no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre la producción de frutos de melón obtenidos por polinización abierta con los obtenidos en polinización controlada.
4. En condiciones de polinización controlada la producción de frutos de melón híbrido dorado se dio en forma gradual, lo que implica un incremento en el costo de la labor de cosecha, debido a que sería necesario el ingreso en más de una vez de las cuadrillas de cosecha al campo (cada vez que hayan frutos maduros).
5. En condiciones polinización abierta la producción de frutos de melón híbrido se concentró, se logra el mayor número de frutos en un período corto, lo que facilita la cosecha pues la labor se realizaría en una sola entrada se operarios al campo.

6. A pesar de que en el número de frutos de melón híbrido no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, el uso de abejas como polinizadores permitió que se aprovechara la primera floración, favoreciendo la polinización en el momento en que las plantas estaban más vigorosas.
7. El cuaje de los frutos de la primera floración como consecuencia de la polinización abierta se convierte en una ventaja para la producción de melón, pues permite lograr en el período más corto una cosecha aprovechable.

6. RECOMENDACIONES

Bajo los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

- Considerando que la principal ventaja de la polinización abierta sobre la producción es la concentración de la fructificación en un período corto (primera floración hermafrodita), los estudios sobre polinización deberían enfocarse en que los tratamientos de interés se controlen en ese período.
- Los estudios de polinización abierta deberían considerar la valoración del efecto de los factores: número de colmena, momento de introducción de estas en el campo y su ubicación dentro de los lotes.
- También sería importante valorar si es necesario introducir colmenas en el campo, pues existen colonias silvestres o la participación de otros artrópodos, que podrían estar polinizando las flores de melón.

7. LITERATURA CONSULTADA

Agroinformación com. 2002 El cultivo del melón (en línea). Madrid, ES. Consultado el 12 mayo 2010. Disponible en <http://www.agroinformación.com/>

Baudracco-Armas, S; Pitrat, M. 1996. A generic map of melon (*Cucumis melo* L.) with RFLP, RAPD, isozyme, disease resistance and morphological markers. *Theor. Appl. Genet.* 93 p.

Bolaños, A. 1998. Introducción a la Olericultura. CR. EUNED. 351 p.

De Lucca, N. 1999. Manejo Agronómico y productivo del melón, en la Empresa Frutas de Parrita. Tesis Bach. Fitotecnia. Puntarenas, CR, UCR. 107 h.

Di Trani de la Hoz, JC. 2007. Visita de abejas (*Apis mellifera*, Hymenoptera: Apoidea) a flores de melón *Cucumis melo* (Cucurvitaceae) en Panamá (en línea). *Biología Tropical* 55(2). Consultado 13 dic. 2007. Disponible en http://209.85.165.104/search?q=cache:RbrhmqqHD_sJ:www.ots.ac.cr/tropiweb/attachments/volumes/vol55-2/30-DiTrani+Caracter%C3%ADsticas.pdf+cucumis+melo*visita+de+abejas&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=cr

El cultivo de Melón (en línea). s.l., Infoagro.com. Consultado 13 dic. 2007. Disponible en http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melon.htm

Foord, K; Mackenzie, J. 2009. Growing Melons (Cantaloupe, Watermelon, Honeydew) in Minnesota Home Gardens (en línea). Estados Unidos, Extensión, Universidad de Minnesota. Consultado el 14 mayo 2010. Disponible en <http://www.extension.umn.edu/distribution/horticulture/M1262.html>

Jaramillo, J; Lobo, M. 1983. Hortalizas: Manual de asistencia técnica. Instituto Colombiano Agropecuario. 55 p.

Jett, L. 2006. High Tunnel Melon and Watermelon Production (en línea). Estados Unidos, Extension, Universidad de Missouri. Consultado el 14 mayo 2010. Disponible en <http://extension.missouri.edu/publications/DisplayPub.aspx?P=M173>

Las abejas en relación a la polinización de las cucurbitáceas (en línea). Boletín Técnico no. 53. Consultado 13 dic. 2007. Disponible en http://www.fintrac.com/docs/honduras/53_abejas_cucurbitaceas_06_04_es.pdf

Maroto, J. 1986. El Melón: Horticultura herbácea especial. Mundiprensa, Madrid. 449 p.

McGregor, S. 1976. Insect Pollination of Cultivated Crops. Washington, DC, US. United States Government Printing Office, p.411(Agriculture Handbook no. 496)

_____; F. Todd. 1952. Cantaloup Production with Honey Bees. J. Econ. Entomol.

Moll, H. 1969. El melón: economía, producción y comercialización. Zaragoza, ES, ACRIBIA. 135 p

Mora, E. 1988. Estudio de Factibilidad para la Producción de 10 hectáreas de Melón (*Cucumis melo* L.) en el Cantón de Cañas, Provincia de Guanacaste. Tesis Lic. Ing. Agr. Universidad de Costa Rica. San José, CR. 151h.

Namesny, A. 1997. Melones. Barcelona, ES, Ediciones de Horticultura. 227 p.

- Pérez, A. 2007. Manejo Postcosecha del Melon (*Cucumis melo*) Variedad Cantaloupe en Finca Melones de Costa Rica 1, Bagaces, Guanacaste. Práctica de especialidad. Bach. Ing. Agr. San Carlos, CR, ITCR. 78 h.
- Reyes, J., Cano, P. s.f. Manual de Polinización apícola (en línea). México, Programa Nacional para el control de la abeja africana. Consultado 13 dic. 2007. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/apicola/manpoli.pdf>
- Sánchez, MV; Agüero, R; Rivera, C. 1998. Plantas hospederas de los virus más importantes que infectan el melón, *Cucumis melo* (Cucurbitaceae) en Costa Rica. Rev. biol. trop, mar. 1998, vol.46, no.1, p.13-25. ISSN 0034-7744.
- _____, Agüero, R; y Rivera, C. 2001. Plantas hospederas de *Aphis gossypii* (Aphididae), vector de virus del melón *Cucumis melo* (Cucurbitaceae) en Costa Rica. Rev. biol. trop, mar. 2001, vol.49, no.1, p.305-311. ISSN 0034-7744.
- Sarita, V. 1995. Cultivo de Melón. 2 ed. Santo Domingo, DO, Fundación de Desarrollo Agropecuario. 19 p. (Boletín Técnico no. 7).
- Valega, O. 2001. Polinización intensiva de cultivos frutales y de semilla (en línea). Argentina, APISERVICES. Consultado el 14 mayo 2010. Disponible en <http://www.noticiasapicolas.com/polen1.htm>
- Zapata, M. 1989. El Melón. Madrid, ES, Mundi Prensa. 174 p.