

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DEL MELÓN CON
POLINIZACIÓN INDUCIDA POR ABEJAS**

POR

CÉSAR AUGUSTO DESGARENNES CAMACHO

T E S I S

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DEL 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DEL MELÓN CON
POLINIZACIÓN INDUCIDA POR ABEJAS**

TESIS

PRESENTADA POR:

CÉSAR AUGUSTO DESGARENNES CAMACHO

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

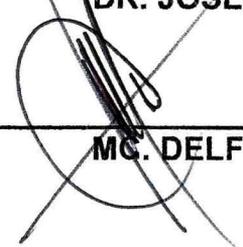
COMITÉ EVALUADOR

PRESIDENTE:



DR. JOSÉ LUÍS REYES CARRILLO

VOCAL:



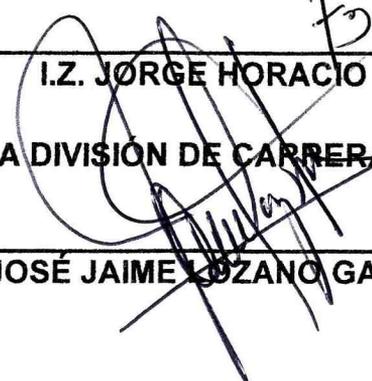
M.C. DELFINO REYES MACÍAS

VOCAL:



I.B.Q. RUBI MUÑOZ SOTO

VOCAL SUPLENTE:



I.Z. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA



TORREÓN, COAHUILA

**Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas
FEBRERO DEL 2006**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DEL MELÓN CON
POLINIZACIÓN INDUCIDA POR ABEJAS**

TESIS

ELABORADA POR:

CÉSAR AUGUSTO DESGARENNES CAMACHO

**BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA Y
APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL
GRADO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ ASESOR

ASESOR PRINCIPAL:



DR. JOSE LUÍS REYES CARRILLO

ASESOR:



DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR:



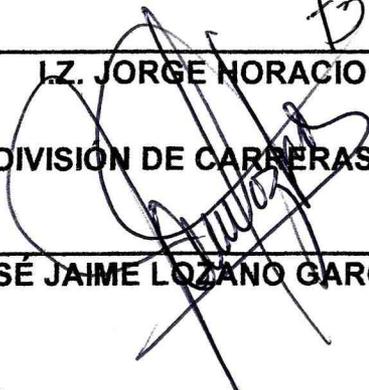
I.B.Q. RUBI MUÑOZ SOTO

ASESOR:



I.Z. JORGE NORACIO BORUNDA RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS



M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA


Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DEL 2006

AGRADECIMIENTOS

A MI ASESOR:

Dr. José Luís Reyes Carrillo por su gran paciencia que me tuvo a lo largo del tiempo de elaboración de mi tesis. A su familia por aceptarme como uno de su familia y aconsejarme siempre. MUCHAS GRACIAS.

A MIS SINODALES:

Por ayudarme a que esta tesis fuera lo mejor posible y compartir conmigo sus conocimientos.

A MIS COMPAÑEROS DE GENERACIÓN:

Por la hermosa convivencia que tuvimos en las buenas y en las malas durante estos 4 años y medio.

1. Andrés Navarrete Jiménez (Guerrero).
2. Mario Camacho Valor (Oaxaca).
3. Emiliano de la Cruz Hernández (Hidalgo).
4. Filiberto Martínez Lara (Hidalgo).
5. Jorge Luís Valle García (Zacatecas).
6. Julio César Ángeles Valentín (Hidalgo).
7. Juan Hernández Mar (Veracruz).
8. Oracio Bustos Vargas (Hidalgo).

A MIS MAESTROS:

Por compartir sus conocimientos conmigo y aceptarme como un hijo más. Por sus sabios consejos los cuales me servirán en toda mi vida.

A MI ALMA TERRA MATER:

Por prestarme sus instalaciones para mi preparación universitaria. Y por abrigarme en el tiempo que estuve estudiando en ella.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

M.C. Alfredo Desgarenes Alcalá y Enf. María de la Paz Camacho Ruiz por su apoyo incondicional para poder terminar mis estudios. Por sus sabios consejos que hicieron de mi un hombre de bien.

A MIS HERMANOS:

Lic. Alfredo Desgarenes Camacho, Neftalí Desgarenes Camacho y Maria del Rosario Desgarenes Camacho por su apoyo moral, el más grande de todos, que me brindaron en estos años.

A MI ESPOSA:

Alejandra Sánchez Molina por su siempre incondicional apoyo en lo largo de mis estudios.

A MI HIJO:

César Desgarenes Sánchez por darme el valor de terminar mis estudios, esperando que cuando puedas leer te des cuenta que esto lo hice por ti. TE AMO HIJO.

A MIS ABUELOS:

Sr. Juan Camacho y la sra. Maria Ruiz por su amor y comprensión en estos años de estudios.

Sr. Ángel Desgarenes (+) y la sra. Aurora Alcalá (+) que aunque ya no están conmigo físicamente, siempre lo han estado y estarán en mi corazón.

A MI FAMILIA EN GENERAL:

Por su apoyo sentimental ilimitado motivo de mi superación.

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
Meta	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Origen botánico del melón	3
2.1.1 Clasificación botánica del melón	3
2.2 Características morfológicas del melón	3
2.3 Valor nutricional	4
2.4 Importancia nacional del melón	4
2.5 Importancia regional del melón	5
2.6 Aspectos del cultivo	5
2.6.1 Clima	5
2.6.2 Suelo	5
2.6.3 Humedad	6
2.6.4 Luminosidad	6
2.7 Características climáticas de la región	6
2.8 Polinización	7
2.9 Fecundación	8
2.10 Coevolución	9
2.11 Problemas para la polinización	10
2.11.1 Uso de plaguicidas	11
2.11.2 Las abejas africanizadas	11
2.11.3 Polinizadores silvestres	12
2.11.4 La abeja melífera	13
3.- MATERIALES Y METODOS	14
3.1 Ubicación geográfica de la comarca lagunera	14
3.2 Localización del experimento	14
3.2.1 Lote con polinización	14
3.2.2 Lote sin polinización	14
4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1 Lote con polinización inducida	16
4.2 Lote sin polinización inducida	19

5.- CONCLUSIONES 24

6.- LITERATURA CITADA 25

APÉNDICE: Análisis de varianza, medias y comparaciones estadística del número de melones, peso, circunferencia, longitud, grados Brix y distancia de la corona al fruto entre los tratamientos. 36

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	TÍTULO	PÁGINA
1	Promedio de la distancia de la corona, circunferencia y longitud del fruto, número de melones y peso con polinización inducida por abejas. P.P. Las Cruces, 2005.	16
2	Distancia del melón sobre el surco y el contenido de azúcar en el fruto con polinización inducida. P.P. Las Cruces, 2005.	17
3	Promedio de la distancia de la corona, circunferencia y longitud del fruto, número de melones y peso sin polinización inducida por abejas. Ej. Congregación Hidalgo, 2005.	19
4	Distancia del melón sobre el surco y el contenido de azúcar en el fruto sin polinización inducida por abejas. Ej. Congregación Hidalgo, 2005.	20
5	Número de melones y peso del melón Crusier con y sin colmenas para polinizar. Ej. Las Cruces, 2005 y Congregación Hidalgo, 2005.	22

ÍNDICE DE GRAFICAS

GRAFICA	PÁGINA
1	Número de melones y peso del melón Crusier con colmenas para polinizar. Ej. Las Cruces, 2005. 18
2	Distancia del apiario y características del melón Crusier con colmenas para polinizar. Ej. Las Cruces, 2005. 18
3	Número de melones y peso del melón Crusier sin colmenas para polinizar. Ej. Congregación Hidalgo 2005. 21
4	Características del melón sin colmenas para polinizar. Ej. Congregación Hidalgo, 2005. 21

5	Número de melones y peso del melón Crussier con y sin colmenas para polinizar. Ej. Las Cruces, 2005 y Congregación Hidalgo, 2005.	23
6	Características del melón Crussier con y sin colmenas para polinizar. P.P. Las Cruces, 2005 y Ej. Congregación Hidalgo, 2005.	23

APÉNDICE

ANEXO		PÁGINA
1	Análisis de varianza, medias y comparación estadística del número de melones por planta con polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	36
2	Análisis de varianza, medias y comparación estadística del peso de el melón con polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	36
3	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de la circunferencia de el melón con polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	37
4	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de longitud de el melón con polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	37
5	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de los grados Brix de el melón con polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	38
6	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de la distancia de la corona al fruto con polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	38
7	Análisis de varianza, medias y comparación estadística del número de melones por planta sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	39
8	Análisis de varianza, medias y comparación estadística del peso de el melón sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	39
9	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de la circunferencia del melón sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	40
10	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de longitud de el melón sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	40
11	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de los grados Brix de el melón sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	41
12	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de la distancia de la corona al fruto sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	41
13	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de número de melones con y sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	42

14	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de peso de el melón con y sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	42
15	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de la circunferencia de el melón con y sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	43
16	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de longitud de el melón con y sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	43
17	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de los grados Brix de el melón con y sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	44
18	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de la distancia de la corona al fruto con y sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.	44

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en un lote comercial de tres hectáreas de melón híbrido Cruiser en la p.p. Las Cruces, municipio de Viesca, Coahuila con tres colmenas por hectárea durante los meses de abril y mayo de 2005. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la polinización inducida por abejas en el cultivo del melón y en la producción y calidad del fruto. Se sortearon 11 surcos (105 metros de longitud) y se marcaron líneas de 10 metros de largo a los 25, 50, 75 y 100 metros de distancia del apiario. El testigo fue un lote comercial de dos hectáreas de melón de la misma variedad en el ejido Congregación Hidalgo, municipio de Matamoros, Coahuila en donde se sortearon ocho surcos (80 m de longitud) y se marcaron líneas de 10 a los 6, 26, 46 y 66 metros por surco. En la cosecha del melón se contaron, midieron (diámetro ecuatorial y longitudinal), pesaron individualmente los frutos en cada línea y se determinaron los grados Brix de la pulpa con un refractómetro Kikuchi-Tokyo modelo 33074. El arreglo que se usó fue completamente al azar y el análisis estadístico de los resultados fue mediante el análisis de varianza, prueba de D.M.S. y regresión lineal considerando la distancia en el surco como variable de análisis. No hubo una diferencia significativa en la distancia de la corona de la planta al fruto ($P:0.05$). Los melones con polinización inducida fueron de mayor tamaño (diámetro ecuatorial y longitud) que aquellos que no tenían polinización inducida ($P:0.05$). El número de melones en las plantas fue estadísticamente igual ($P:0.05$). El fruto individual del melón fue de mayor peso con la polinización inducida con abejas ($P:0.05$). No se encontró diferencia en los grados Brix de la pulpa de los melones sin y con polinización inducida ($P:0.05$).

1. INTRODUCCIÓN

La baja cantidad y pobre calidad de los frutos está normalmente asociada a los problemas de la polinización, tales como un bajo número de abejas o ineficientes polinizadores ya que para obtener los máximos rendimientos de la mayoría de las frutas, vegetales y cultivos para semilla se requiere la polinización por insectos (Klein *et al.*, 2003).

La producción intensiva de cultivos y la pérdida del hábitat son las causas más frecuentes de empobrecimiento en los polinizadores y la reducción de los rendimientos de los cultivos. Entre los polinizadores de los cultivos agrícolas, las abejas melíferas son las mejor conocidas por su eficiencia y aún cuando éstas no son esenciales para la producción exitosa de cultivos con plantas autofértiles, mejoran la calidad del fruto, los rendimientos de semilla y tienen la ventaja adicional de aprovechar el néctar de las flores para la producción de miel. Las abejas, como polinizadores, son atraídas a las flores por el despliegue visual y la fragancia que despiden (Galizia *et al.*, 2005). Estos compuestos aromáticos se vuelven progresivamente más fáciles de identificar para ellas con el incremento del olor ya que la discriminación está en función de la concentración. Los polinizadores visitan secuencialmente las flores de una especie aún cuando sobrevuelan otras flores disponibles en función de la recompensa. Esta "constancia floral" del comportamiento de pecoreo ha sido descrito principalmente en abejas melíferas (Gegear y Laverty, 2001) y su actividad en el campo puede ser determinada de diferentes maneras (Hagler y Jackson, 2001).

El melón requiere de la concurrencia de las abejas para lograr los rendimientos potenciales (DeLaplaine y Mayer, 2004), pero pocos productores utilizan colmenas en sus cultivos o las manejan en forma inadecuada para obtener los resultados deseados de

producción y calidad, ni en la cantidad de colmenas ni en la oportunidad (Kearns *et al.*, 1998).

Objetivos

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la polinización inducida por las abejas en el cultivo del melón y sus consecuencias en la producción y calidad del fruto.

Meta

Determinar la pérdida de rendimiento y calidad del fruto de melón por no utilizar abejas para la polinización en sembradíos comerciales.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen botánico del melón

Se afirma que el melón es originario de Asia, principalmente de Irán e India. En el siglo XVI se cultivaba en Islandia, en América Central en 1516 y en Estados Unidos hacia el año 1609 (Claridades Agropecuarias, 2000).

2.1.1 Clasificación botánica del melón

DIVISION: Spermatophyta

CLASE: Angiospermae

SUBCLASE: Dicotiledóneas

ORDEN: Campanulales

FAMILIA: Cucurbitáceas

GENERO: *Cucumis*

ESPECIE: *melo*

NOMBRE VULGAR: melón reticulado o melón chino

2.2 Características morfológicas del melón

El melón es una planta herbácea, anual y rastrera. Su raíz principal llega a medir hasta 1 m de profundidad, pero las raíces secundarias son más largas que la principal, llegando a medir hasta 3.5 m. El tallo es trepador y está cubierto de vellos blancos, el tallo comienza a ramificarse después que se ha formado la 5a. ó 6a. hoja. Las plantas son generalmente monoicas, es decir que hay plantas masculinas y plantas femeninas. Las flores masculinas nacen primero y en grupo en las axilas de las hojas, las flores femeninas nacen solitarias; cuando hay flores hermafroditas (tienen pistilo y estambre) también nacen solitarias. Todas las flores son de color amarillo; también poseen unos tallos de forma enroscada (zarcillos).

Los frutos son redondos y pueden tener textura china o lisa; su pulpa generalmente es de color amarillo. Las semillas son delgadas con un promedio en longitud de 8 mm y que por lo regular son de color crema (Claridades Agropecuarias, 2000).

2.3 Valor nutricional

Contenido /100 g	
Agua	90 %
Calcio	6.0 mg
Fierro	0.1 mg
Fósforo	10.0 mg
Potasio	271.0 mg
Sodio	10.0 mg
Carbohidratos	9.2 g
Fibra	0.6 g
Grasa	0.7 g
Proteínas	0.5 g
Acido ascórbico	24.8 mg
Vitamina A	40 UI
Energía	35.0 kcal

(SAGARPA, 2001)

2.4 Importancia nacional del melón

En la República Mexicana, el melón (*Cucumis melo* L.) es una de las hortalizas de mayor importancia, la superficie ocupada por este cultivo a nivel nacional es en promedio de 1990 al 1998 de 38,446 hectáreas con una media nacional de 15.2 toneladas por hectárea, siendo los estados más importantes por su superficie sembrada Sonora, Michoacán, Coahuila, Colima y Durango (Claridades Agropecuarias, 2000).

2.5 Importancia regional del melón

El melón es uno de los cultivos más remunerativos y que más mano de obra ocupa durante el ciclo agrícola de primavera-verano en la Comarca Lagunera, es por consiguiente la hortaliza de mayor importancia social y económica, en esta área agrícola. En dicha región se siembran alrededor de 5 mil hectáreas anuales con este cultivo, con un rendimiento promedio regional aproximado de 20 toneladas por hectárea, siendo los municipios con mayor superficie Tlahualilo, Gómez Palacio, Viesca y Lerdo (Medina-Morales y Cano-Ríos, 1994; Espinoza-Arellano, 1998a; Espinoza-Arellano, 1998b).

2.6 Aspectos del cultivo

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos incide sobre el resto (Infoagro, 2003).

2.6.1 Clima

El melón es una hortaliza de clima cálido, no tolera las heladas. Para la germinación debe contarse con temperaturas mayores de 15°C, teniendo como óptimo un rango entre 24-30°C, la temperatura para el desarrollo debe oscilar entre los 18-30°C, con máximas de 32°C y mínimas de 10°C (Infoagro, 2003).

2.6.2 Suelo

El melón se desarrolla en cualquier tipo de suelo prefiriendo los suelos franco-arenosos. Esta hortaliza está clasificada como ligeramente tolerante a la acidez ya que se desarrolla en rangos de pH 6.8-6.0. En lo que respecta a la salinidad se encuentra clasificado como de mediana a baja tolerancia (Infoagro, 2003).

2.6.3 Humedad

Al inicio del desarrollo de la planta la humedad relativa debe ser del 65-75%, en floración del 60-70% y en fructificación del 55-65%. La planta de melón necesita bastante agua en el período de crecimiento y durante la maduración de los frutos para obtener buenos rendimientos y calidad (Infoagro, 2003).

2.6.4 Luminosidad

La duración de la luminosidad en relación con la temperatura, influye tanto en el crecimiento de la planta como en la inducción floral, fecundación de las flores y ritmo de absorción de elementos nutritivos. El desarrollo de los tejidos del ovario de la flor está estrechamente influenciado por la temperatura y las horas de iluminación, de forma que días largos y temperaturas elevadas favorecen la formación de flores masculinas, mientras que días cortos con temperaturas bajas inducen el desarrollo de flores con ovarios (Infoagro, 2003).

2.7 Características climáticas de la región

Según la clasificación de Tornwhite el clima de la Comarca Lagunera, es muy seco con diferencias de lluvia en todas las estaciones. Con invierno benigno y un promedio anual de 20°C tiene una temperatura máxima de 41.5°C y una mínima de -10°C. La precipitación pluvial es escasa de 200 mm por año durante un periodo máximo entre los meses de Agosto y Septiembre. Por lo general la lluvia es nula la mayor parte del año, con una evaporación potencial anual de 2200 mm (INIFAP-CIID, 1987).

2.8 Polinización

La polinización puede definirse como la transferencia de células sexuales masculinas –polen- desde los órganos masculinos –anteras- de una flor hasta la superficie receptora femenina –estigma- de la misma flor o a otra de la misma especie (Lord y Russell, 2002). Cuando las abejas visitan las flores para acopiar néctar y polen transfieren este último entre las estructuras reproductivas y así inician el proceso de formación de semillas o frutos (Ollerton y Watts, 1999). Muchos cultivos, especialmente aquellos que se producen a gran escala a nivel mundial como la alfalfa y el naranjo (Hubbell, 1997), la producción de diferentes semillas, incrementar su calidad y número en cultivos que no son nativos de Norteamérica y pueden tener periodos de floración que coinciden con las poblaciones mas altas de la abeja melífera, serán polinizadas por éstos insectos (Ollerton, 1999). A su vez, la producción de fruta y su calidad (Gingras *et al.*, 1999; Ricketts *et al.*, 2004), la formación de híbridos (Alarcon y Campbell, 2000; Corbet *et al.*, 2001) y el incremento en uniformidad en la maduración del fruto (Kearns *et al.*, 1998).

Existen diversos elementos que facilitan la polinización y pueden ser abióticos y bióticos, dentro de los primeros se encuentran, el viento (Culley *et al.*, 2002; Cariñanos *et al.*, 2004), la gravedad y el agua (Buchmann y Nabhan, 1996).

Los medios bióticos comprenden a los mamíferos como ratones (Johnson *et al.*, 2001) y murciélagos (Muchhala, 2003; Molina-Freanera *et al.*, 2004), las aves (Kato y Kawakita, 2004; Stpiczynska *et al.*, 2004), donde destacan los colibríes (Hurlbert *et al.*, 1996; Smith *et al.*, 1996; Melendez-Ackerman *et al.*, 1997) y por supuesto, diversos Géneros de insectos (Heard, 1999; Bernhardt *et al.*, 2003).

Dentro de los insectos, las abejas son los mas importantes polinizadores (Yumoto, 2000), pero también encontramos reportados moscas (Kato y Kawakita, 2004), abejorros (Comba *et al.*, 1999; Maloof, 2001), mariposas (Corbet *et al.*, 2001), polillas (Bogler *et al.*, 1995; Tian *et al.*, 2004), escarabajos (Mayfield *et al.*, 2001), avispijas (Jousselin *et al.*, 2003; Molbo *et al.*, 2003) y hormigas (Rickson y Rickson, 1998; Federle *et al.*, 2001).

2.9 Fecundación

La polinización en las plantas que florecen empieza cuando el polen cae sobre el estigma, germina y crece a través de los espacios intercelulares en el pistilo y culmina cuando el polen alcanza el ovario y ocurre la fertilización (Franklin-Tong, 1999). Hay dos etapas en la remoción del polen, primero la flor debe atraer a los polinizadores, y entonces, cuando lleguen estos, la flor debe ser efectiva para colocar el polen en el cuerpo del polinizador, el proceso que ocurre mas tarde puede depender del tiempo que se permanezca en la flor (Rush *et al.*, 1995). Los patrones de comportamiento del polinizador que le permita ir en busca de flores de color, forma y olor similares a la recién visitada deben tener algún grado de ajuste morfológico entre el polinizador y la flor, de modo que pueda efectuarse la polinización (vanDoorn, 1997). Se conoce que los polinizadores responden a las variaciones en la morfología floral (Ollerton y Lack, 1992; Conner y Rush, 1996) y en el color (Waser y Chittka, 1998).

Estudios que utilizan tanto la variación natural en el tamaño de la flor o manipulación experimental de la longitud de los pétalos han mostrado que los polinizadores prefieren las flores más grandes y que la variación intraespecífica en color y aroma también influyen en las visitas a la flor (Conner *et al.*, 1995; Krupnick *et al.*, 1999). La recompensa en el néctar es otro factor ya que su cantidad es variable (Cresswell, 1998; Comba *et al.*, 1999; Manetas y

Petropoulou, 2000). El desempeño de la polinización es en la mayor parte de los casos determinada por tres factores: el número de polinizadores que visitan la planta, el número de flores que cada polinizador visita en la planta, y, la efectividad en transferir el polen apropiado a cada flor (Creswell, 1999).

2.10 Coevolución

Los biólogos de la reproducción de plantas han establecido que las combinaciones no aleatorias de color de la flor, apariencia y fragancia han evolucionado en respuesta a una selección dirigida a clases efectivas de polinizadores (Thompson, 1997; Raguso *et al.*, 2003).

La polinivoría o consumo de polen ha sido el precursor en la evolución de la polinización (Labandeira, 1998; Pellmyr y Leebens-Mack, 1999). El registro fósil de las plantas con semillas proporciona evidencias de posible polinización biótica hace unos 300 millones de años, momento en el cual algunas especies primitivas de helechos con semillas poseían granos de polen en apariencia demasiado grandes para ser dispersados por el viento, junto con enormes órganos portadores de polen y presuntamente atractivos (Ollerton y Watts, 1999).

La historia evolutiva de los artrópodos polinizadores es en buena medida la historia de los insectos polinizadores. La larga historia de los insectos, que precede a la de las angiospermas, sugiere que éste ha sido siempre el mismo caso, aunque algunos grupos de insectos extintos poseyeron piezas bucales aparentemente adaptadas para alimentarse de polen y pueden haber sido polinizadores importantes en un pasado lejano (Labandeira *et al.*, 1994; Bogler *et al.*, 1995; Crepet y Nixon, 1998).

La mayoría de las familias de insectos que sostienen asociaciones en el presente aparecieron en el período Jurásico (Farrell, 1998), probablemente como generalistas en plantas de semilla (Labandeira, 1998) entre 150 y 210 millones de años (Ollerton, 1999), con los orígenes de las asociaciones actuales que siguieron mas tarde (Farrell, 1998; Ollerton *et al.*, 2003). La prueba mas directa de la influencia de la diversidad de las plantas que florecen sobre la diversidad insectil debe evaluar las tasas de diversificación de los insectos antes y después de los orígenes de las asociaciones con las angiospermas y debe examinar la diversidad dentro de las familias de insectos (Farrell, 1998).

2.11 Problemas para la polinización

En la provisión de colmenas para la polinización de los cultivos se tienen problemas con parásitos, con el uso indiscriminado de plaguicidas y la africanización de las colmenas.

En los últimos 15 años dos ácaros parásitos particularmente devastadores han aparecido en las colmenas de América: el *Acarapis woodi* que infesta las tráqueas de las abejas adultas (Sammataro *et al.*, 2000) y la *Varroa destructor* (Anderson y Trueman, 2000) inicialmente clasificada como *V. jacobsoni* (Oudemans) (Sammataro *et al.*, 2000) que es un parásito externo.

El ácaro de las tráqueas (*Acarapis woodi*) fue reportado por primera vez como un parásito de las abejas en 1984 en los Estados Unidos (Sammataro *et al.*, 2000). Este es diseminado por las prácticas apícolas y la introducción de reinas infectadas y abejas a las áreas previamente libres. Todos los estadios del ácaro se alimentan de la hemolinfa perforando las paredes de las tráqueas con sus partes bucales. La tráqueas de las abejas viejas están llenas con ácaros de todas las edades, su materia fecal y otros restos (Sammataro *et al.*, 1999). En la actualidad lo que mata a las abejas es desconocido, pero se supone que es la transferencia de

enfermedades microbianas por los ácaros y las toxinas, estrés o la alteración del comportamiento y metabolismo ó bloqueo de los tubos traqueales

Algunos apicultores han utilizado como tratamiento el acaricida fluvalinato y la terramicina. El acaricida disminuye el número de ácaros y el antibiótico ayuda a mantener la condición corporal de abejas maduras y menor deformidad en las alas. La terramicina se recomienda como un control suplementario junto con un acaricida para colonias infestadas (DeLaplaine y Mayer, 1996; Baxter *et al.*, 2000).

2.11.1 Uso de plaguicidas

En el mercado de productos químicos, tan necesarios para el control de plagas y enfermedades de los cultivos, existen algunos que son peligrosos para las colmenas y sus habitantes. En virtud de ello, el apicultor debe tener noción de los agroquímicos que puedan matar sus abejas y cuáles no, a efecto de saber actuar en consecuencia. Es necesario recordar, tanto a los apicultores –en su condición de principales afectados–, como a los productores agrícolas, la importancia de la lectura de la etiqueta del fitofármaco a usar para evitar la muerte de los polinizadores (a-campo, 2005).

2.11.2 Las abejas africanizadas

Las abejas africanizadas llegaron a México procedentes de Sudamérica en 1988 por el estado de Chiapas (Fierro *et al.*, 1988) y para 1990 arribaron al vecino estado de Texas en los Estados Unidos para iniciar un nuevo período de colonización en ese país (Pinto *et al.*, 2003).

La selección y el mejoramiento genético son prioritarios en la apicultura tecnificada para incrementar la productividad y docilidad

de las colmenas ya que el proceso natural de reproducción da la facilidad al apicultor de mantener un control sobre las características genéticas de las colonias mediante el cambio de la reinas con abejas fecundadas. Este gran esfuerzo permite mantener las características deseable de las poblaciones de abejas (Breed *et al.*, 2004).

2.11.3 Polinizadores silvestres

La eliminación de muchos polinizadores nativos es un costo inapreciable que ha sido pagado para incrementar la producción en los últimos 50 años (Kearns *et al.*, 1998) por el uso de diversas herramientas de control de patógenos y formas de cultivo (Fedoroff y Cohen, 1999). Estos polinizadores perdidos son contribuyentes a los ecosistemas naturales así como a la polinización de los cultivos (Kearns y Inouye, 1997).

Aún cuando las abejas melíferas se consideran los más importantes polinizadores de los cultivos, los polinizadores silvestres también son importantes y pueden ser manejados para proveer del servicio gratuitamente (Conner *et al.*, 1995; Miyake y Yahara, 1998).

Los polinizadores diurnos visitan las flores con mas frecuencia y contribuyen mas a la producción de frutos (Dedej y DeLaplane, 2003), a pesar de que las palomillas nocturnas son a menudo mas eficientes ya que consumen menos polen y distribuyen relativamente mas polen al estigma por visita (Lingren *et al.*, 1993; Marr *et al.*, 2000).

Dado que la producción de fruta está limitada por la cantidad del polen en estas especies, la especialización a cualquier otro tipo de polinizador es no adaptativa. Sí las flores abren al crepúsculo los polinizadores nocturnos pueden visitarlas. Por otro lado si las flores abren en la mañana los polinizadores diurnos las visitarán primero, y entonces reducen la cantidad de polen disponible para los

polinizadores nocturnos antes de que estos visiten las flores (Gegear y Laverty, 1998; Miyake y Yahara, 1998).

2.11.4 La abeja melífera

Los polinizadores pecoreadores escogen las flores de acuerdo a la recompensa y consumo de energía (Eckert, 1933; Levin, 1959; Lee, 1961; Rush *et al.*, 1995; Waser *et al.*, 1996; Russell *et al.*, 1998) y mas recientemente la atracción relacionada a la simetría floral (Waser *et al.*, 1996; Neal *et al.*, 1998; Endress, 2001), al aroma, producción de néctar y al color (Briscoe y Chittka, 2001; Varassini *et al.*, 2001).

La abeja mellifera muestra un comportamiento alimenticio fácilmente manipulable asociado a una alta fidelidad nemotécnica (Meller y Davis, 1996; Hempel de Ibarra *et al.*, 2000).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se encuentra ubicada entre los paralelos 25° y 27° de latitud norte y los meridianos 103° y 104° de longitud oeste de Greenwich, teniendo una altura de 1129 m sobre el nivel medio del mar, localizada en la parte Suroeste del Estado de Coahuila y Noroeste del Estado de Durango, colinda al Norte con el Estado de Chihuahua y al Sur con el Estado de Zacatecas (INIFAP-CIID,1987).

3.2 Localización del experimento

3.2.1 Lote con polinización

A una distancia de 5 km aproximadamente en la p.p. Las Cruces, municipio de Viesca, Coahuila en una superficie seleccionada de tres hectáreas del melón de la misma variedad simultáneamente se realizaron similares determinaciones en el cultivo durante el mismo período de tiempo. Se sortearon 11 surcos (105 metros de longitud) y se marcaron líneas de 10 metros de largo a los 25, 50, 75 y 100 metros de distancia del apiario. Se colocaron 3 colmenas por hectárea.

3.2.2 Lote sin polinización

El presente trabajo se llevó a cabo en un lote comercial de dos hectáreas de melón híbrido Cruiser del ejido Congregación Hidalgo donde no se utilizaban abejas durante en los meses de abril (inicio de la floración masculina) y mayo. Se sortearon ocho surcos

(80 m de longitud) y se marcaron líneas de 10 a los 6, 26, 46 y 66 metros por surco. En la cosecha del melón se contaron, midieron (diámetro ecuatorial y longitudinal), pesaron individualmente los frutos en cada línea y se determinaron los grados Brix de la pulpa con un refractómetro Kikuchi-Tokyo modelo 33074.

El arreglo que se usó fue completamente al azar y el análisis estadístico de los resultados fue mediante el análisis de varianza, prueba de F al 0.05 de probabilidad de error y regresión lineal considerando la distancia en el surco como variable de análisis (Steel y Torrie, 1960).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Lote con polinización inducida

Los resultados obtenidos demostraron que cuando se colocaron colmenas para polinizar la distancia de la corona fue similar a las distintas distancias a lo largo del surco (Cuadro 1), lo que significa que la flor de melón fue polinizada por los insectos durante el mismo período de floración. El tamaño del melón fue mayor en circunferencia y longitud a distancias cercanas a las colmenas ($P: 0.05$).

Cuadro 1.: Promedio de la distancia de la corona, circunferencia y longitud del fruto, número de melones y peso con polinización inducida por abejas. P.P. Las Cruces, 2005.

Distancia	Distancia de la corona (cm)	Circunferencia (cm)	Longitud (cm)	Número de melones	Peso (kg)
25 m	20.63 a	47.56 a	25.00 a	1.07 a	1.72 a
50 m	22.18 a	47.06 a	24.18 ab	1.13 a	1.57 a
75 m	25.11 a	45.11 ab	23.37 bc	1.24 a	1.48 ab
100 m	23.89 a	42.81 b	22.25 c	1.44 a	1.26 b
r	0.7017	0.9378	0.9935	0.9388	0.9732

Los promedios acompañados de la misma literal son iguales

(D.M.S.:0.05)

El número de frutos por planta no mostró diferencia estadística a las distancias en estudio, pero su peso fue mayor a distancias más cercanas al apiario. Una abeja puede volar una distancia considerable para coleccionar néctar y polen, pero encontrando una fuente de alimento, tenderá a pecorear en una área pequeña (Levin, 1959), por esta razón se explican las diferencias observadas en el peso de cada fruto de melón. En la Región Lagunera ésta observación en la polinización es válida para la polinización inducida dado que la longitud de los surcos no exceden los 120 metros.

La asociación entre la distancia del apiario mostró una correspondencia negativa intermedia con la distancia de la corona ($r = 0.7017$), esto es, a mayor distancia del apiario mayor distancia de la corona. Los valores de r en las variables de tamaño como circunferencia ($r = 0.9378$), longitud ($r = 0.9935$) y peso individual del melón ($r = 0.9732$) mostraron ser mayores a distancias mas cortas del surco en relación al apiario.

En el caso del número de melones por planta ($r = 0.9388$) éstos presentaron un mayor número a una distancia mayor de las colonias polinizadoras.

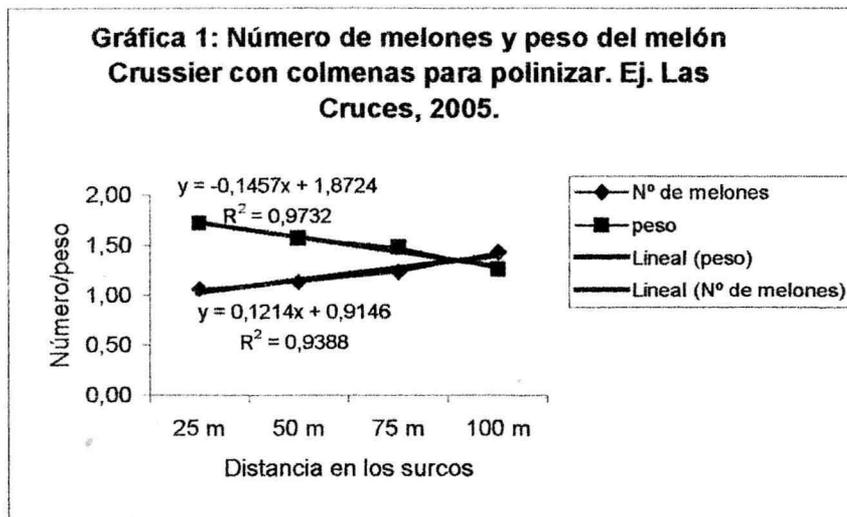
Para el contenido de sólidos solubles en la pulpa del melón (Cuadro 2) no se observaron diferencias estadísticas en las distancias del surco evaluadas en relación a la cercanía de las colmenas.

Cuadro 2: Distancia del melón sobre el surco y el contenido de azúcar en el fruto con polinización inducida. P.P. Las Cruces, 2005.

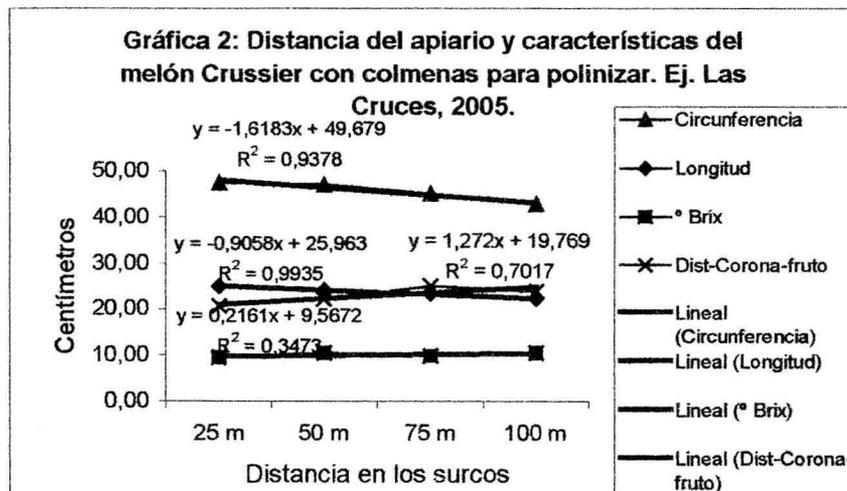
Distancia	Brix
5 m	9.6 a
50 m	10.5 a
75 m	9.9 a
100 m	10.5 a

Los promedios acompañados de la misma literal son iguales (D.M.S.:0.05)

La relación entre el número de melones y el peso individual en el lote comercial con abejas polinizadoras con respecto a la distancia del surco se puede observar en la Gráfica 1.



La relación entre las características del tamaño del melón y contenido de azúcares en el jugo de la pulpa con respecto a la distancia del surco se puede observar en la Gráfica 2.



4.2. Lote sin polinización inducida

Cuando no se colocaron colmenas para polinizar (Cuadro 3) la longitud de la guía del melón a donde encontraba el fruto (distancia de la corona) fue igual a las distintas distancias a lo largo del surco, lo que significa que la flor de melón fue polinizada por los insectos durante el mismo período de tiempo. Lo anterior coincide con lo reportado por Reyes *et al.*, en 1982 en un trabajo en el cultivo de melón con polinización por abejas, donde las plantas que no fueron visitadas por los insectos mostraron caída de la flor y emisión de nuevas flores en posteriores períodos de desarrollo.

Cuadro 3: Promedio de la distancia de la corona, circunferencia y longitud del fruto, número de melones y peso sin polinización inducida por abejas. Ej. Congregación Hidalgo, 2005.

Distancia	Distancia de la corona (cm)	Circunferencia (cm)	Longitud (cm)	Número de melones	Peso (kg)
6 m	24.75 a	43.25 a	22.44 a	1.27 a	1.55 a
26 m	24.06 a	43.20 a	21.39 a	1.06 a	1.42 ab
46 m	38.47 a	40.53 b	23.00 a	1.00 a	1.24 bc
66 m	24.42 a	39.44 b	21.79 a	1.11 a	1.16 c
r	0.0607	0.8958	0.0037	0.3444	0.9800

Los promedios acompañados de la misma literal son iguales (D.M.S.:0.05)

El tamaño del fruto determinada a través de la circunferencia ecuatorial tendió a ser irregular pues mostró diferencia significativa a lo largo del surco, teniendo la mitad del surco una circunferencia mayor a la otra mitad. La longitud del melón fue similar en cualquier posición de la planta (P:0.05). El número de melones fue igual a las distancias evaluadas (P: 0.05) aunque su peso fue irregular como lo mostraron las diferencias significativas encontradas. Esta última variable mostró mayor peso en un extremo del surco y disminución al otro extremo (P:0.05).

Los valores de r (que determinan el grado de asociación entre dos variables) mostraron un valor alto entre la distancia en el surco y la circunferencia ($r = 0.8958$), y entre la distancia en el surco y el peso del melón ($r = 0.9800$). Lo anterior indica un gradiente de polinización a lo largo del surco que pudiera asociarse a una fuente de insectos polinizadores, pues éstos tienden a visitar las flores en función de la recompensa de néctar o polen de la flor mostrando fidelidad a las mismas (Gegeer y Laverty, 1998).

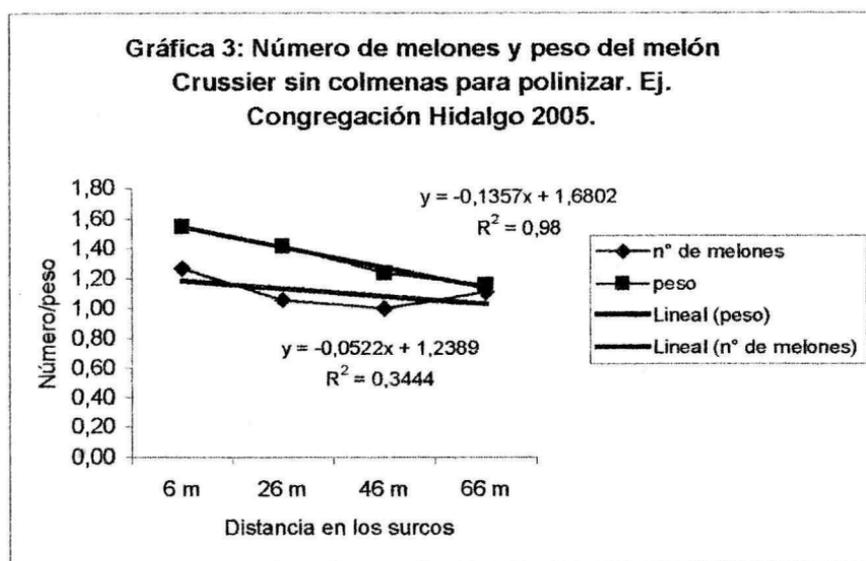
La cantidad de azúcar en el fruto no mostró diferencia significativa (Cuadro 4), lo que indica la uniformidad en la maduración del fruto a lo largo del surco.

Cuadro 4: Distancia del melón sobre el surco y el contenido de azúcar en el fruto sin polinización inducida por abejas. Ej. Congregación Hidalgo, 2005.

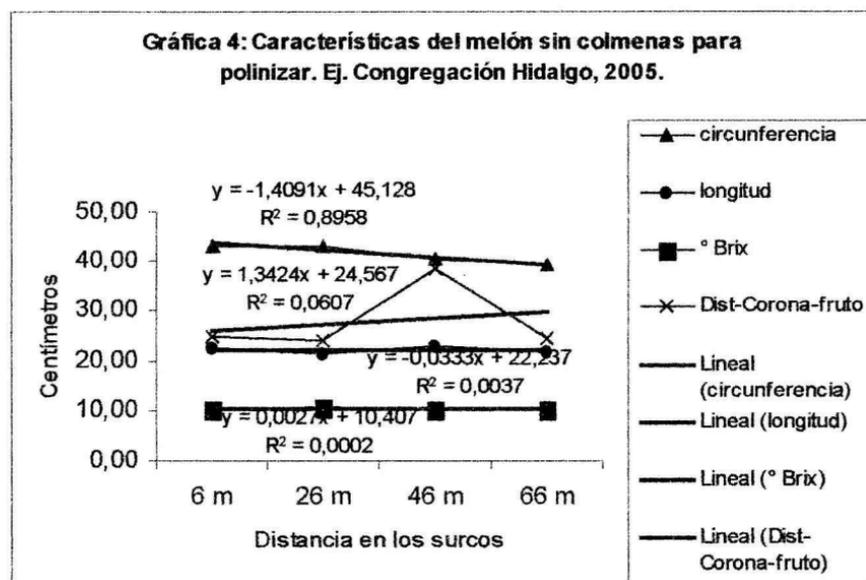
Distancia	Brix
6 m	10.3 a
26 m	10.7 a
46 m	10.1 a
66 m	10.5 a

Los promedios acompañados de la misma literal son iguales (D.M.S.:0.05)

La relación entre el número de melones y el peso individual con respecto a la distancia del surco se puede observar en la Gráfica 3.



La relación entre las características del tamaño del melón y contenido de azúcares en el jugo de la pulpa con respecto a la distancia del surco se puede observar en la Gráfica 4.



Al comparar los lotes con y sin polinización inducida (Cuadro 5) se pudo observar que no se encontraron diferencias significativas en la distancia de la corona y en el número de melones por planta y en la cantidad de azúcar en la pulpa. En las variables de tamaño (circunferencia y longitud) y peso del melón tiene la ventaja a favor de el lote con polinización inducida (P:0.05).

El peso del fruto y las características de calidad como el diámetro ecuatorial y longitudinal está relacionado con las visitas de los insectos a las flores, dado que las flores que tienen el mayor número de visitas y el mayor tiempo de visita tienen también los mayores rendimientos (Gingras *et al.*, 1999). Las flores del melón reticulado son atractivas como fuente de alimento y la abeja puede acarrear el polen a las estructuras reproductivas de la flor (McGregor, 1976; Eischen *et al.*, 1994)

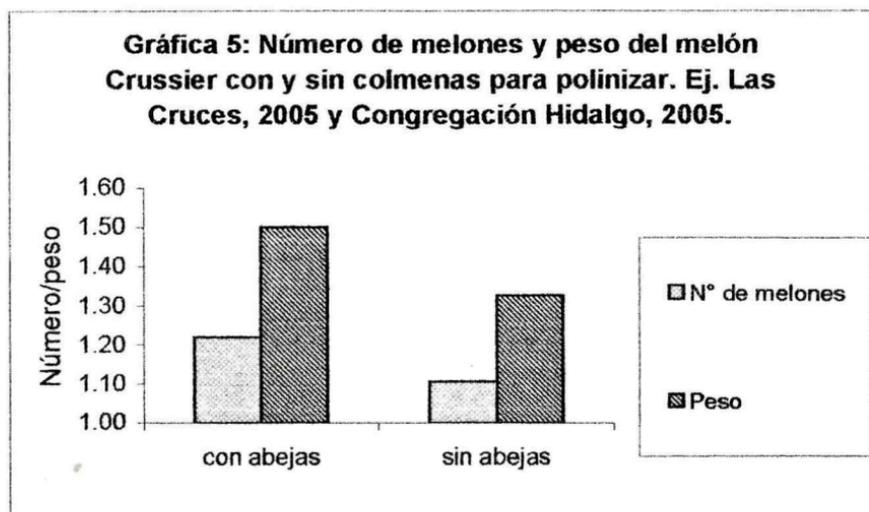
Cuadro 5: Comparación de las características de la calidad y producción del melón Cruiser con y sin polinización inducida por abejas. Comarca Lagunera 2005.

Tratamientos	Distancia de la corona (cm)	Circunferencia (cm)	Longitud (cm)	Número de melones /planta	Peso (Kg)	°Brix
Con abejas	23.06 a	45.69 a	23.73 a	1.22 a	1.50 a	10.11
Sin abejas	27.50 a	41.47 b	22.10 b	1.11 a	1.33 b	10.43

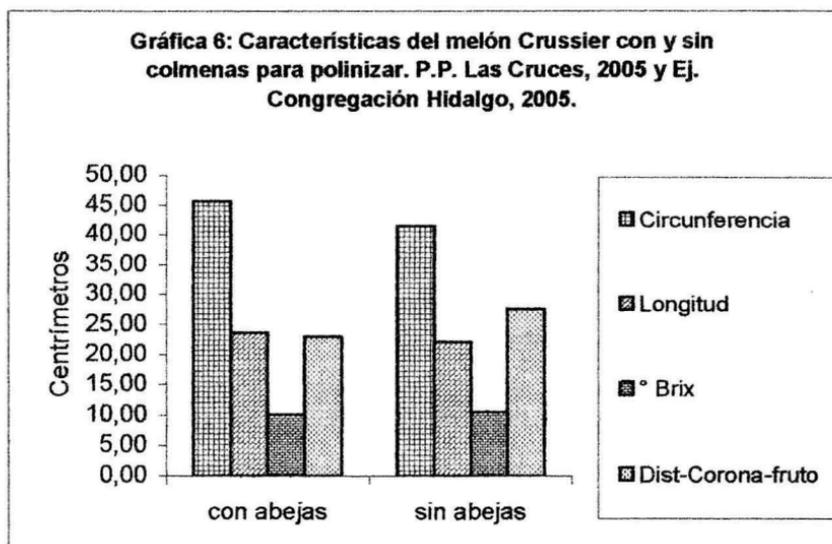
Los promedios acompañados de la misma literal son iguales (D.M.S.:0.05)

La cantidad de azúcar en el fruto no tuvo diferencia significativa. El grado Brix del jugo puede cambiar en fruto de melón en las diferentes etapas de almacenamiento (Lamikanra *et al.*, 2000). En este experimento los frutos fueron cosechados al mismo tiempo y analizados simultáneamente en el campo, por lo que esto explica el que no se encontraran diferencias estadísticas (P:0.05).

La relación entre el número de melones y el peso individual con y sin abejas polinizadoras se observa en la Gráfica 5.



La comparación entre la distancia de la corona, características del melón y Grados Brix con y sin abejas polinizadoras se observa en la Gráfica 6.



5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

1. No hubo una diferencia significativa en la distancia de la corona de la planta al fruto ($P:0.05$).
2. Los melones con polinización inducida fueron de mayor tamaño que aquellos que no tuvieron polinización inducida ($P:0.05$).
3. El número de melones en las plantas fue estadísticamente igual con y sin polinización inducida con abejas ($P:0.05$).
4. El peso individual del melón fue mayor con la polinización inducida con abejas ($P:0.05$).
5. No se encontró diferencia en los grados Brix de la pulpa de los melones con y sin polinización inducida ($P:0.05$).

6. Literatura citada

- a-campo 2005. Toxicidad de los plaguicidas para las abejas. (<http://www.a-campo.com.ar/espanol/apicultura/apicul2.htm>) (consulta 15 de Enero del 2006).
- Alarcon, R. y D. R. Campbell 2000. "Absence of conspecific pollen advantage in the dynamics of an *Ipomopsis* (Polemoniaceae) hybrid zone." *Am J Bot* 87: 819-824
- Anderson, D. L. y J. W. H. Trueman 2000. "*Varroa jacobsoni* (Acari:Varroidae) is more than one species." *Exp Appl Acarol* 24: 165-189.
- Baxter, J. R., M. D. Ellis y W. T. Wilson 2000. "Field evaluation of Apistan and five candidate compounds for parasitic mite control in honey bees." *Am Bee J* 140: 898-900.
- Bernhardt, P., T. Sage, P. Weston, H. Azuma, M. Lam, L. B. Thien y J. Bruhl 2003. "The pollination of *Trimenia moorei* (Trimeniaceae): floral volatiles, insect/wind pollen vectors and stigmatic self-incompatibility in a basal angiosperm." *Ann Bot* 92: 445-458.
- Breed, M. D., E. Guzmán-Novoa y G. J. Hunt 2004. "Defensive behavior of honey bees: Organization, genetics, and comparisons with other bees." *Annu Rev Entomol* 49: 271-298.
- Briscoe, A. y D. Chittka 2001. "The evolution of color vision in insects." *Annu Rev Entomol* 46: 471-510.
- Buchmann, S. L. y G. P. Nabhan 1996. "The forgotten pollinators." Island Press. Shearwater Books Washington, D.C., Covelo, Cal. U.S.A.

Dedej, S. y K. S. DeLaplane 2003. "Honey bee (Hymenoptera: Apidae) pollination of Rabbiteye Blueberry *Vaccinium ashei* var. 'Climax' is pollinator density-dependent." *J Econ Entomol* 94: 1215-1220.

Cariñanos, P., C. Galan, P. Alcázar y E. Domínguez 2004. "Airborne pollen records response to climatic conditions in arid areas of the Iberian Peninsula." *Environ Exp Bot* 52: 11-22.

Claridades Agropecuarias. 2000. El melón. Núm. 84. pp. 11-16.

Comba, L., S. A. Corbet, A. Barron, A. Bird, S. Collinge, N. Miyazaki y M. Powell 1999. "Garden flowers: insect visits and the floral reward of horticulturally-modified variants." *Ann Bot* 83: 73-86.

Conner, J. K. y S. Rush 1996. "Effects of flower size and number on pollinator visitation to wild radish, *Raphanus raphanistrum*." *Oecologia* 105: 509-516.

Corbet, S. A., J. Bee, K. Dasmahapatra, S. Gale, E. Gorringer, B. La Ferla, T. Moorhouse, A. Trevail, Y. Van Bergen y M. Vorontsova 2001. "Native or exotic? Double or single? Evaluating plants for pollinator-friendly gardens." *Ann Bot* 87: 219-232.

Crepet, W. y K. V. Nixon 1998. "Fossil Clusiaceae from the Late Cretaceous (Turonian) of New Jersey and implications regarding the history of bee pollination." *Am J Bot* 85: 1122-1133.

Cresswell, J. E. 1998. "Stabilizing selection and the structural variability of flowers within species." *Ann Bot* 81: 463-473.

Culley, T. M., S. G. Weller y A. K. Sakai 2002. "The evolution of wind pollination in angiosperms." *Trends Ecol Evol* 17: 361-369.

DeLaplaine, K. S. y D. F. Mayer 1996. "Principles and practices of bee conservation." *Bee Science* 4: 4-10.

DeLaplaine, K. S. y D. F. Mayer 2004. "Crop pollination by bees." University Press Cambridge, U.K.

Eckert, J. E. 1933. "The flight range of the honeybee." *J Agricult Res* 47: 257-285.

Eischen, F., B. A. Underwood y A. Collins 1994. "The effect of delaying pollination on cantaloupe production." *J Apic Res* 33: 180-184.

Endress, P. K. 2001. "Evolution of floral symmetry." *Curr Opin Plant Biol* 4: 86-91.

Espinoza-Arellano, J. J. 1998a. Problemas del mercado internacional de productos agropecuarios. El caso del melón y la sandía. *En: Memorias de la II semana de agronomía de la UAAAN-UL, La producción agrícola, económica y medio ambiente.* pp. 4-15. México

Espinoza-Arellano, J. J. 1998b. México-U.S.-Caribbean nations melon trade simulation analysis of economic forces and government policies. Tesis Doctoral Texas A&M University. P.10.

Fedoroff, N. V. y J. E. Cohen 1999. "Plant and population: Is there time?" *Proc Natl Acad Sci USA* 96: 5903-5907.

Farrell, B. D. 1998. "Inordinate fondness" explained: Why are there so many beetles?" *Science* 281: 550-555.

Fierro, M. M., M. J. Munoz, A. Lopez, X. Sumuano, H. Salcedo y G. Roblero 1988. "Detection and control of the Africanized bee in coastal Chiapas, Mexico." *Am Bee J* 128: 272-275.

Franklin-Tong, V. E. 1999. "Signaling in pollination." *Curr Opin Plant Biol* 2: 490-495.

Galizia, C. G., J. Kunze, A. Gumbert, A. K. Borg-Karlson, S. Sachse, C. Markl y R. Menzel 2005. "Relationship of visual and olfactory signal parameters in a food-deceptive flower mimicry system." *Behav. Ecol.* 16: 159-168.

Gegear, R. J. y T. M. Lavery 2001. "The effect of variation among floral traits on the flower constancy of pollinators." *In: Chittka L, Thomson J D. editors. Cognitive ecology of pollination. Animal behavior and floral evolution. Cambridge, U.K. Cambridge University Press.:* 1-20.

Gingras, D., J. Gingras y D. De Oliveira 1999. "Visits of honeybees (Hymenoptera: Apidae) and their effects on cucumber yields in the field." *Hortic Entomol* 92: 435-438.

Hagler, J. R. y C. G. Jackson 2001. "Methods for marking insects: Current techniques and future prospects." *Annu Rev Entomol* 46: 511-543.

Heard, T. A. 1999. "The role of stingless bees in crop pollination." *Annu Rev Entomol* 44: 183-206.

Hempel de Ibarra, N., M. Vorovyev, R. Brandt y M. Guiurfa 2000. "Detection of bright and dim colours by honeybees." *J Exp Biol* 203: 3289-3298.

Hubbell, S. 1997 Trouble with honeybees. *Nat. Hist.* 106 N° 4 pp 32-41

Hurlbert , A. H., S. A. Hosoi y E. Temeles 1996. "Mobility of *Impatiens capensis* flowers: effect on pollen deposition and hummingbird foraging." *Oecologia* 105: 243-246.

INIFAP-CIID. 1986-1987. Reporte del proyecto de sistemas de producción

caprina en la Comarca Lagunera. SARH. Torreón, Coahuila, México

Infoagro. 2003 (en línea)Origen del melón (www.infoagro.2003/hortalizas/melón.htm) (consulta 12 de agosto del 2005).

Johnson, S. D., A. Pauw y J. Midgley 2001. "Rodent pollination in the African lily *Massonia depressa* (Hyacinthaceae)." *Am. J. Bot.* 88: 1768-1773.

Jousselin, E., M. Hossaert-McKey, E. A. Herre y F. Kjellberg 2003. "Why do fig wasps actively pollinate monoecious figs?" *Oecologia* 134: 381-387.

Kato, M. y A. Kawakita 2004. "Plant-pollinator interactions in New Caledonia influenced by introduced honey bees." *Am. J. Bot.* 91: 1814-1827.

Kearns, C. A., D. W. Inouye y N. Waser 1998. "Endangered mutualism: The conservation of plant- pollinator interactions." *Ann Rev Ecol Syst* 29: 83-106.

Klein, A. M., I. Stefaffan-Dewenter y T. Tscharrntke 2003. "Bee pollination and fruit set of *Coffea arabica* and *C. canephora* (Rubiaceae)." *Am J Botany* 90: 153-157.

Krupnick, G. A., A. E. Weis y D. R. Campbell 1999. "The consequences of floral herbivory for pollinator service to *Isomeris arborea*." *Ecology* 80: 125-134.

Labandeira, C. C. 1998. "How old is the flower and the fly?" *Science* 280: 57-59.

Lamikanra, O., J. C. Chen, D. Banks y P. A. Hunter 2000. "Biochemical and microbial changes during the storage of minimally processed cantaloupe." *J Agric Food Chem* 48: 5955-61.

Lee, W. R. 1961. "The nonrandom distribution of foraging bees between apiaries." *J Econ Entomol* 52: 928-933.

Levin, M. D. 1959. "Distribution patterns of young and experienced honey bees foraging on alfalfa." *J Econ Entomol* 52: 969-971.

Lingren, P. D., V. M. Bryant, J. R. Raulston, M. Pendleton, J. Westbrook y G. D.

Jones 1993. "Adult feeding host range and migratory activities of corn earworm, cabbage looper, and celery looper (Lepidoptera: Noctuidae) moths as evidenced by attached pollen." *J Econ Entomol* 86: 1429-1439.

Lord, E. M. y S. D. Russell 2002. "The mechanisms of pollination and fertilization in plants." *Annu Rev Cell Dev Biol* 18: 81-105.

Manetas, Y. y Y. Petropoulou 2000. "Nectar amount, pollinator visit duration and pollination success in the mediterranean shrub *Cistus creticus*." *Ann Bot* 86: 815-820.

Marr, D. L. 1997. "Impact of a pollinator-transmitted disease on reproduction in healthy *Silene acaulis*." *Ecology* 78: 1471-1480.

Mayfield, M. M., N. M. Waser y V. Price 2001. "Exploring the 'Most effective pollinator principle' with complex flowers: Bumblebees and *Ipomopsis aggregata*." *Ann Bot* 88: 591-596.

McGregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. USDA, Agric. Handbook 496. U.S. Government Printing office, Washington, D.C. 411p.

Medina-Morales, MA. C. y P. Cano-Ríos. 1994. "Época óptima para muestreo foliar de nutrimentos en melón" 4º. Día del melonero. SAGAR. INIFAP. CIRNOC. Campo Experimental La Laguna. Publicación especial No. 47 pp. 18-24

Melendez-Ackerman, E. J., D. R. Campbell y N. W. Waser 1997. "Hummingbird behaviour and mechanisms of selection on flower color in *Ipomopsis*." *Ecology* 78: 2532-2541.

Meller, V. H. y R. L. Davis 1996. "Biochemistry of insect learning: lessons from bees and flies." *Insect Biochem Molec* 26: 327-335.

Miyake, T. y T. Yahara 1998. "Why does the flower of *Lonicera japonica* open at dusk?" *Can J Bot* 76: 1806-1811.

Molina-Freanera, F., A. Rojas-Martínez, T. H. Fleming y A. Valiente-Banuet 2004. "Pollination biology of the columnar cactus *Pachycereus pecten-aboriginum* in north-western México." *J Arid Environ* 56: 117-127.

Meller, V. H. y R. L. Davis 1996. "Biochemistry of insect learning: lessons from bees and flies." *Insect Biochem Molec* 26: 327-335.

Molina-Freanera, F., A. Rojas-Martínez, T. H. Fleming y A. Valiente-Banuet 2004. "Pollination biology of the columnar cactus *Pachycereus pecten-aboriginum* in north-western México." *J Arid Environ* 56: 117-127.

Muchhala, N. 2003. "Exploring the boundary between pollination syndromes: bats and hummingbirds as pollinators of *Burmeistera cyclostigmata* and *B. tenuiflora* (Campanulaceae)." *Oecologia* 134: 373-380.

Neal, P. R., A. Dafni y M. Giurfa 1998. "Floral symmetry and its role in plant-pollinator systems: Terminology, distribution and hypotheses." *Annu Rev Ecol Syst* 29: 345-373.

Ollerton, J. y A. J. Lack 1992. "Flowering phenology: an example of relaxation of natural selection?" *Trends Ecol Evol* 7: 274-276.

Ollerton, J. 1999. "The evolution of pollinator-plant relationships within the arthropods." *Bol Soc Entomol Aragon Vol. Monográfico N° 26* pp 741-758.

Ollerton, J. y S. Watts 1999. "Phenotype space and floral typology: towards an objective assessment of pollination syndromes." *Scand Assoc Pollin Ecol*: 1-11.

Pellmyr, O. y J. Leebens-Mack 1999. "Forty million years of mutualism: Evidence for Eocene origin of the yucca-yucca moth association." *Proc Natl Acad Sci USA* 96: 9178-9183.

Pinto, A. M., J. S. Johnston, W. L. Rubink, R. N. Coulson, J. C. Patton y W. S. Sheppard 2003. "Identification of africanized honey bee (Hymenoptera: Apidae) mitochondrial DNA: validation of a rapid polymerase chain reaction-based assay." *Ann Entomol Soc Am* 96: 679-684.

Reyes-Carrillo, J. L., M. T. Valdéz-Perezgasga y D. M. Villa-Carrera 1982. "La polinización por abejas (*Apis mellifera* L.) en el cultivo del melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera." ALCA 17: 17-28.

Rice, N. D., M. L. Winston, R. Whittington y H. A. Higo 2002. "Comparison of release mechanisms for botanical oils to control *Varroa destructor* (Acari:Varroidae) and *Acarapis woodi* (Acari:Tarsoemidae) in colonies of honey bees (Hymenoptera:Apidae)." J Econ Entomol 95: 221-226.

Rickson, F. R. y M. M. Rickson 1998. "The cashew nut *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae), and its perennial association with ants: Extrafloral nectary location and the potential for ant defense." Am J Bot 85: 835-849.

Rush, S., J. Conner y P. Jennetten 1995. "The effects of natural variation in pollinator visitation on rates of pollen removal in wild radish, *Raphanus raphanistrum* (Brassicaceae)." Am J Bot 82: 1522-1526.

Russell, D., R. Meyer y J. Bukowski 1998. "Potential impact of microencapsulated pesticides on New Jersey apiaries." Am Bee J 138: 207-210.

SAGARPA, 2002 (en línea). Producción nacional del melón (www.siap.sagarpa.gob.mx/infomx/análisis/anmelón.html.(consulta, 18 de noviembre del 2005).

Sammataro, D., G. DeGrandi-Hoffman, G. Needham y G. Wardell 1998. "Some volatil plant oils as potential control agents for *Varroa* mites (Acari: Varridae) in honey bee colonies (Hymenoptera: Apidae)." Am Bee J: 681-685.

- Sammataro, D., U. Gerson y G. Needham 2000. "Parasitic mites of honey bees: life, history, implications, and impact." *Annu Rev Entomol* 45: 519-548.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Social, Alimentación y Pesca (SAGARPA). 2004 . Delegación de la Región Lagunera. Datos preliminares en: Resumen Económico Anual. El Siglo de Torreón, 1° de Enero.
- Smith, C. E., J. T. Stevens, E. J. Temeles, P. W. Ewald, H. R.J. y R. L. Bonkovsky 1996. "Effect of floral orifice width and shape on hummingbird-flower interactions." *Oecologia* 106: 482-492.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1960. *Principles and Procedures of Statistics*. McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Stpiczynska, A. M., K. L. Davies y A. Gregg. 2004. "Nectary structure and nectar secretion in *Maxillaria coccinea* (Jacq.) L.O. Williams ex Hodge (Orchidaceae)." *Ann Bot* 93: 87-95.
- Thompson, J. N. 1997. "Evaluating the coevolution among geographically structured populations." *Ecology* 78: 1619-1623.
- Tian, J., K. Liu y G. Hu 2004. "Pollination ecology and pollination system of *Impatiens reptans* (Balsaminaceae) endemic to China." *Ann Bot* 93: 167-175.
- vanDoorn, W. G. 1997. "Effects of pollination on floral attraction and longevity." *J Exp Biol* 48: 1615-1622.
- Varassini, I. G., J. R. Trigo y M. Sazima 2001. "The role of nectar production, flower pigments and odour in the pollination of four species of *Passiflora* (Passifloraceae) in south-eastern Brazil." *Bot J Linn Soc* 136: 139-152.

Waser, N. M., L. Chittka, M. V. Price, N. M. Williams y J. Ollerton
1996. "Generalization in pollination systems, and why it matters."
Ecology 77: 1043-1069.

Yumoto, T. 2000. "Bird-pollination of three *Durio* species
(Bombacaceae) in a tropical rainforest in Sarawak, Malaysia." *Am J
Bot* 87: 1181-1188.

APÉNDICE

Anexo 1. Análisis de varianza, medias y comparación estadística del número de melones por planta con polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	1.225899	0.408633	1.3650	0.261
Error	59	17.662987	0.299373		
Total	62	18.888885			

C.V. = 44.77 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	15	1.066667
2	15	1.133333
3	17	1.235294
4	16	1.437500

No se hace la comparación de medias porque no hay diferencia significativa entre tratamientos.

Anexo 2. Análisis de varianza, medias y comparación estadística del peso de el melón con polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	1.792496	0.597499	4.0586	0.010
Error	66	9.716492	0.147220		
Total	69	11.508987			

C.V. = 25.33 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	16	1.263750
2	17	1.480588
3	19	1.568421
4	18	1.713333

Tratamientos	Media
4	1.7133 a
3	1.5684 a
2	1.4806 ab
1	1.2637 b

Nivel de significancia = 0.05

Anexo 3. Análisis de varianza, medias y comparación estadística de la circunferencia de el melón con polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	233.468750	77.822914	3.2849	0.026
Error	66	1563.609375	23.691051		
Total	69	1797.078125			

C.V. = 10.65 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	16	42.812500
2	17	47.058823
3	19	45.105263
4	18	47.555557

Tratamientos	Media
4	47.5556 a
2	47.0588 a
3	45.1053 ab
1	42.8125 b

Nivel de significancia = 0.05

Anexo 4. Análisis de varianza, medias y comparación estadística de longitud de el melón con polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	69.953125	23.317709	6.1586	0.001
Error	66	249.890625	3.786222		
Total	69	319.843750			

C.V. = 8.20 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	16	22.250000
2	17	24.176470
3	19	23.368422
4	18	25.000000

Tratamientos	Media
4	25.0000 a
2	24.1765 ab
3	23.3684 bc
1	22.2500 c

Nivel de significancia = 0.05

Anexo 5. Análisis de varianza, medias y comparación estadística de los grados Brix de el melón con polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	11.365234	3.788411	1.1531	0.334
Error	66	216.840332	3.285460		
Total	69	228.205566			

C.V. = 17.92 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	16	9.550000
2	17	10.517647
3	19	9.878948
4	18	10.483334

No se hace la comparación de medias porque no hay diferencia significativa entre tratamientos.

Anexo 6. Análisis de varianza, medias y comparación estadística de la distancia de la corona al fruto con polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	199.980469	66.660156	0.4087	0.751
Error	66	10765.789063	163.118011		
Total	69	10965.769531			

C.V. = 55.39 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	16	20.625000
2	17	22.176470
3	19	25.105263
4	18	23.888889

No se hace la comparación de medias porque no hay diferencia significativa entre tratamientos.

Anexo 7. Análisis de varianza, medias y comparación estadística del número de melones por planta sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	0.602020	0.200673	1.6252	0.191
Error	62	7.655556	0.123477		
Total	65	8.257576			

C.V= 31.77 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	15	1.266667
2	18	1.055556
3	15	1.000000
4	18	1.111111

No se hace la comparación de medias porque no hay diferencia significativa entre tratamientos.

Anexo 8. Análisis de varianza, medias y comparación estadística del peso de el melón sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	1.547066	0.515689	4.2314	0.009
Error	64	7.799820	0.121872		
Total	65	9.346886			

C.V= 26.29 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	16	1.418750
2	18	1.158333
3	15	1.550000
4	19	1.236842

Tratamientos	Media
3	1.5500 a
1	1.4187 ab
4	1.2368 bc
2	1.1583 c

Nivel de significancia = 0.05

Anexo 9. Análisis de varianza, medias y comparación estadística de la circunferencia del melón sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	186.359375	62.119793	4.4442	0.007
Error	64	894.578125	13.977783		
Total	67	1080.937500			

C.V.= 9.02 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	16	43.250000
2	18	39.444443
3	15	43.200001
4	19	40.526318

Tratamientos	Media
1	43.2500 a
3	43.2000 a
4	40.5263 b
2	39.4444 b

Nivel de significancia = 0.05

Anexo 10. Análisis de varianza, medias y comparación estadística de longitud de el melón sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	24.910156	8.303386	1.5659	0.205
Error	64	339.371094	5.302673		
Total	67	364.281250			

C.V. = 10.42 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	16	22.437500
2	18	21.388889
3	15	23.000000
4	19	21.789474

No se hace la comparación de medias porque no hay diferencia significativa entre tratamientos.

Anexo 11. Análisis de varianza, medias y comparación estadística de los grados Brix de el melón sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	3.116699	1.038900	0.4905	0.694
Error	64	135.548340	2.117943		
Total	67	138.665039			

C.V. = 13.95 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	16	10.293751
2	18	10.722222
3	15	10.146667
4	19	10.494737

No se hace la comparación de medias porque no hay diferencia significativa entre tratamientos.

Anexo 12. Análisis de varianza, medias y comparación estadística de la distancia de la corona al fruto sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	3	2318.687500	772.895813	2.2665	0.088
Error	64	21824.312500	341.004883		
Total	67	24143.000000			

C.V. = 67.15 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	16	24.750000
2	18	24.055555
3	15	38.466667
4	19	24.421053

No se hace la comparación de medias porque no hay diferencia significativa entre tratamientos.

Anexo 15. Análisis de varianza, medias y comparación estadística de la circunferencia de el melón con y sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	612.843750	612.843750	28.9596	0.000
Error	136	2878.031250	21.161995		
Total	137	3490.875000			

C.V. = 10.55 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	70	45.685715
2	68	41.470589

Tratamientos	Media
1	45.6857 a
2	41.4706 b

Nivel de significancia = 0.05

Anexo 16. Análisis de varianza, medias y comparación estadística de longitud de el melón con y sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	91.148438	91.148438	18.1198	0.000
Error	136	684.125000	5.030331		
Total	137	775.273438			

C.V. = 9.78 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	70	23.728571
2	68	22.102942

Tratamientos	Media
1	23.7286 a
2	22.1029 b

Nivel de significancia = 0.05

Anexo 17. Análisis de varianza, medias y comparación estadística de los grados Brix de el melón con y sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	3.449219	3.449219	1.2786	0.259
Error	136	366.872070	2.697589		
Total	137	370.321289			

C.V. = 15.99 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	70	10.114285
2	68	10.430883

No se hace la comparación de medias porque no hay diferencia significativa entre tratamientos.

Anexo 18. Análisis de varianza, medias y comparación estadística de la distancia de la corona al fruto con y sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	680.859375	680.859375	2.6374	0.103
Error	136	35108.765625	258.152679		
Total	137	35789.625000			

C.V. = 63.64 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	70	23.057142
2	68	27.500000

No se hace la comparación de medias porque no hay diferencia significativa entre tratamientos.