

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



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

POR

MARIO CAMACHO VALOR

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 SIN
POLINIZACIÓN INDUCIDA POR ABEJAS**

TESIS

PRESENTADA POR:

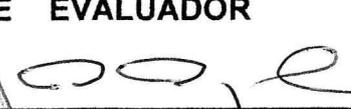
MARIO CAMACHO VALOR

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

INGENIERO AGRÓNOMO

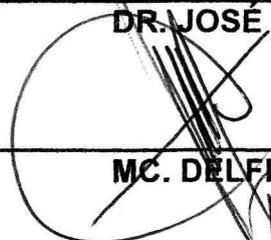
COMITÉ EVALUADOR

PRESIDENTE:



DR. JOSÉ LUÍS REYES CARRILLO

VOCAL:



MC. 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


Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DEL 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

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

TESIS

00213

ELABORADA POR:

MARIO CAMACHO VALOR

**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. EMILIANO GUTIÉRREZ DEL RÍO

ASESOR:



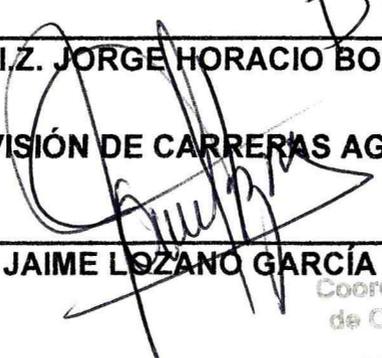
I.B.Q. RUBI MUÑOZ SOTO

ASESOR:



I.Z. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA


Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DEL 2006

AGRADECIMIENTOS

A MI ALMA TERRA MATER:

Por darme las herramientas necesarias para terminar satisfactoriamente mi carrera profesional. Fue como mi segunda casa. Gracias por su apoyo, por todos los servicios que me brindó, ya que tuve la oportunidad de ser un alumno becado y recibir los servicios asistenciales que la universidad ofrece. Gracias.

A MI ASESOR:

Al Dr. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO y Familia, por su comprensión, confianza y paciencia, que me tuvo durante la elaboración y terminación de mi tesis. Gracias por su apoyo y la oportunidad de trabajo que me brindó durante toda mi carrera.

A MIS MAESTROS:

Por enseñarme y compartir sus conocimientos conmigo, por darme consejo día con día, y conducirme el camino del bien.

AL COECYT:

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT) del Estado de Coahuila, por el apoyo económico que me dio a través de su programa de Becas Tesis de Licenciatura, que fue un apoyo muy importante para el gasto de la investigación de mi tesis y la práctica del campo. Gracias al COECYT.

A LOS SINODALES

Por su valiosa colaboración en la revisión de ésta tesis y por compartir sus conocimientos en la realización de este proyecto. Muchas gracias.

A MIS COMPAÑEROS DE GENERACIÓN:

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

Por la convivencia, respecto y ayuda mutua que hubo dentro del grupo y la unión de amigos. A pesar de la inconformidad y desorden siempre nos mantuvimos con armonía durante estos cuatros años y medio.

En especial a dos grandes amigos:

Carlos Gabriel Santoyo Molina (UAAAN-UL)

Gustavo Santoyo Molina (TEC MTY-UL)

Que de alguna manera me apoyaron incondicionalmente durante el tiempo que estuve en la universidad y por ser buenos amigos.

DEDICATORIA

A DIOS:

Por darme la oportunidad de vivir y tener la fortuna de disfrutar este bello momento, con mi familia y amigos.

A MIS PADRES:

JUAN CAMACHO VALENTÍN

BÁRBARA VALOR DE CAMACHO

Por su cariño y confianza que me tuvieron en cada instante de mi vida. Por su apoyo incondicional que me brindaron y la oportunidad de estudiar, hasta terminar satisfactoriamente mi carrera profesional. Quienes a pesar de que fueron años sin vernos, sé que no hubo un solo día que me excluyera de sus oraciones diarias. Gracias padres, los quiero.

CON CARIÑO A MIS HERMANAS:

LUISA

EVA

YOLANDA

FLORINDA

LETICIA

FELIPA

Que de alguna manera me apoyaron y me dieron ánimo para continuar mi carrera en la universidad.

A TODA MI FAMILIA:

Muy especialmente a mi tío JOSÉ VALENTÍN SALAZAR y su señora RICARDA GUERRERO DE VALENTÍN por su apoyo incondicional, ya que me brindaron su hogar y comida durante 3 años, el tiempo de mi estancia en la preparatoria.

A mi abuela ROSA QUINTERO DE VALOR y mi abuelo RAFAEL VALOR, que aunque ya no esté con nosotros, esté con Dios. Por haber educado a todos sus hijos, que son gentes trabajadores y por mantener la unión familiar hasta hoy y por siempre.

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Meta	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Origen botánico del melón	3
2.1.1 Clasificación botánica del melón	3
2.1.2 Importancia Económica y Distribución Geográfica	3
2.1.3 Producción nacional del melón	4
2.1.4 Principales países exportadores del melón	7
2.1.5 Producción mundial del melón	8
2.2 Descripción morfológica del melón	9
2.2.1 Planta	9
2.2.2 Sistema radicular	10
2.2.3 Tallo principal	10
2.2.4 Hoja	10
2.2.5 Flor	10
2.2.6 Fruto	10
2.3 Valor nutricional	11
2.4. Particularidades del cultivo	11
2.4.1 Clima	11
2.4.2 Temperatura	12
2.4.3 Características climáticas de la región	12
2.4.4 Humedad	12
2.4.5 Luminosidad	13
2.4.6 Suelo	13
2.5 Polinización	13
2.6 Coevolución	15
2.7 La fecundación	16
2.8 Problemas para la polinización	18
2.9 Uso de plaguicidas	18
2.9.1 Las abejas africanizadas	19
2.9.2 La abeja melífera	19
2.9.3 Prácticas de cultivo y fragmentación del ambiente	20
2.9.4 La polinización del melón	20
2.9.5 Polinizadores silvestres	22

III. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1 Ubicación geográfica de la Comarca Lagunera	24
3.2 Localización del experimento	24
3.2.1 Lote sin polinización	24
3.2.2 Lote con polinización	24
IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN	26
4.1 Lote sin polinización inducida	26
4.2 Lote con polinización inducida	28
V. CONCLUSIONES	34
VI. LITERATURA CITADA	35
APÉNDICE: Análisis de varianza, medias y comparaciones estadística del número de melones, peso, circunferencia, longitud, grados Brix y distancia de la corona al fruto.	48

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	TÍTULO	PÁGINA
1	Producción mundial de melón (1995-1997)	9
4.1.1	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.	26
4.1.2	Distancia del melón sobre el surco y el contenido de azúcar en el fruto sin polinización inducida por abejas. Ej. Congregación Hidalgo, 2005	27
4.2.1	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	29
4.2.2	Distancia del melón sobre el surco y el contenido de azúcar en el fruto con polinización inducida. P.P. Las Cruces, 2005	30
4.2.3	Comparación de las características de la calidad y producción del melón Cruiser con y sin polinización inducida por abejas. Comarca Lagunera, 2005.	32

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA		PÁGINA
1	Número de melones y peso del melón Cruiser sin colmenas para polinizar. Ej. Congregación Hidalgo, 2005	27
2	Características del melón sin colmenas para polinizar. Ej. Congregación Hidalgo, 2005.	28
3	Número de melones y peso del melón Cruiser con colmenas para polinizar. Ej. Las Cruces, 2005.	30
4	Distancia del apiario y características del melón Cruiser con colmenas para polinizar. Ej. Las Cruces, 2005.	31

5	Número de melones y peso del melón Cruiser con y sin colmenas para polinizar. Ej. Las Cruces, 2005 y Congregación Hidalgo, 2005.	32
6	Características del melón Cruiser con y sin colmenas para polinizar. P.P. Las Cruces, 2005 y Ej. Congregación Hidalgo, 2005.	33

APÉNDICE

ANEXO		PÁGINA
1	Análisis de varianza, medias y comparación estadística del número de melones por planta sin polinización inducida con abejas. La Laguna, 2005.	48
2	Análisis de varianza, medias y comparación estadística del peso de el melón sin polinización inducida con abejas. La Laguna, 2005.	48
3	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de la circunferencia del melón sin polinización inducida con abejas. La Laguna, 2005.	49
4	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de longitud de el melón sin polinización inducida con abejas. La Laguna, 2005.	49
5	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de los grados Brix de el melón sin polinización inducida con abejas. La Laguna, 2005.	50
6	Análisis de varianza, medias y comparación estadística de la distancia de la corona al fruto sin polinización inducida con abejas. La Laguna, 2005.	50
7	Análisis de varianza, medias y comparación estadística del número de melones por planta con polinización inducida con abejas. La Laguna, 2005.	51

- 8 Análisis de varianza, medias y comparación estadística del peso de el melón con polinización inducida con abejas. La Laguna, 2005.
- 9 Análisis de varianza, medias y comparación estadística de la circunferencia de el melón con polinización inducida con abejas. La Laguna, 2005.
- 10 Análisis de varianza, medias y comparación estadística de longitud de el melón con polinización inducida con abejas. La Laguna, 2005.
- 11 Análisis de varianza, medias y comparación estadística de los grados Brix de el melón con polinización inducida con abejas. La Laguna, 2005.
- 12 Análisis de varianza, medias y comparación estadística de la distancia de la corona al fruto con polinización inducida con abejas. La Laguna, 2005.
- 13 Análisis de varianza, medias y comparación estadística de número de melones con y sin polinización inducida con abejas. La Laguna, 2005.
- 14 Análisis de varianza, medias y comparación estadística de peso de el melón con y sin polinización inducida con abejas. La Laguna, 2005.
- 15 Análisis de varianza, medias y comparación estadística de la circunferencia de el melón con y sin polinización inducida con abejas. La Laguna, 2005.
- 16 Análisis de varianza, medias y comparación estadística de longitud de el melón con y sin polinización inducida con abejas. La Laguna, 2005.
- 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.
- 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.

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en un lote comercial de dos hectáreas de melón híbrido Cruiser del ejido Congregación Hidalgo, municipio de Matamoros, Coahuila durante los meses de abril y mayo de 2005. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la carencia de la polinización inducida por abejas en el cultivo del melón y sus consecuencias en la producción y calidad del fruto. 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 el diámetro ecuatorial y longitudinal, se pesaron individualmente los frutos en cada línea y se determinaron los grados Brix de la pulpa con un refractómetro Kikuchi-Tokyo modelo 33074. El testigo fue un lote comercial de tres hectáreas de melón de la misma variedad, a una distancia de 5 km aproximadamente en la p.p. Las Cruces, municipio de Viesca, Coahuila con tres colmenas por hectárea. Simultáneamente se realizaron determinaciones similares 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. 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

El melón (*Cucumis melo* L.) es la más importante de las cucurbitáceas que se cultivan en México y una de las hortalizas más cultivadas ya que se siembran cerca de 24,000 hectáreas anuales (Cano y Reyes, 2001). En la Comarca Lagunera, el melón es el cultivo hortícola de mayor importancia social y económica, ya que es de los más remunerativos y que más mano de obra ocupa durante el ciclo agrícola de primavera-verano.

En esta región en el 2003 se sembraron 4,694 hectáreas con este cultivo, con un rendimiento promedio regional aproximado de 23 toneladas por hectárea, siendo los municipios con mayor superficie Tlahualilo, Gómez Palacio, Viesca y Lerdo respectivamente (SAGARPA 2004).

La planta de melón requiere de la polinización por abejas, ya que con el uso de colmenas se pueden lograr por lo menos 40 ton /ha (Cano y Reyes 2001). La mayoría de las variedades del melón poseen flores hermafroditas en la misma planta (Eischen, 2000) y necesitan de colonias de abejas en el período de floración (Hodges y Baxendale, 1995).

En la región Lagunera se realizó una investigación con colmenas de abejas y las flores hermafroditas del melón cubiertas con mallas. En este estudio determinó que el polen solo puede ser trasladado de flor a flor por insectos pues es muy pegajoso y pesado, y que las flores excluidas no amarraron fruto (Reyes *et al.*, 1982).

El melón en la Comarca Lagunera presenta diferentes problemas para su producción, como son el ataque de plagas, enfermedades, manejo inadecuado del sistema de riego así como el poco o nulo uso de agentes polinizadores para asegurar un buen amarre de cosecha. El cultivo de melón requiere de la polinización entomófila y las abejas son los mejores polinizadores y se pueden conseguir en renta con apicultores locales.

Con el uso de abejas, potencialmente se puede lograr por lo menos 40 toneladas; rendimiento que algunos productores ya han logrado al colocar colmenas oportunamente en la huerta.

1.1 Objetivos

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

1.2 Meta

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

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen botánico del melón

La mayoría de los autores acepta que el melón tiene un origen africano. Si bien, hay algunos que consideran a la India como el centro de domesticación de la especie, ya que es donde mayor variabilidad se encuentra para la misma.

Afganistán y China son considerados centros secundarios de diversificación del melón y también en España la diversidad genética es importante (Infoagro, 2003).

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

2.1.2 Importancia Económica y Distribución Geográfica

El melón es un producto bien conocido y aceptado por los consumidores europeos. Por ser un fruto que se produce en zonas tropicales secas, en Europa se dan con estacionalidad (primavera y verano) producciones importantes como por ejemplo en España. En los últimos años la superficie de melón ha ido disminuyendo, aunque la producción se ha ido manteniendo prácticamente igual. Esto indica la utilización de variedades híbridas de mayor rendimiento y una mejora y especialización del cultivo para abastecer el mercado de melón. Europa realiza importaciones procedentes principalmente de Brasil (41.8%), Costa Rica (22.2%), Israel (13.5%), Marruecos (11.1%),

Honduras (3.6%), Ecuador (1.4%), Guatemala (1.2%), África Del Sur (1.1%), República Dominicana (0.7%), Venezuela (0.6%) y el resto de las exportaciones son cubiertas por otros países (2.9%). En el comercio intracomunitario España es el principal exportador de melón (77.38%), le siguen con menores porcentajes Holanda (10.37%), Francia (7.69%), Alemania (1.31%). El resto de los países en Europa hace pequeñas exportaciones que no llegan al 1%. En el ámbito de la Unión Europea las importaciones por países son variables, destacando el Reino Unido que importa 28.36%, en segundo lugar de importancia está Holanda con 18%, muy de cerca le siguen Francia que tiene 17.75% y Alemania con 17.26%. Con porcentajes menores Portugal con 5.40%, Italia con 3.96%, España con 2.40%, Suecia con 2.20%, Austria con 2.12%, Dinamarca con 2.04% y por debajo del 1% de importaciones cada uno están Finlandia y Grecia (Infoagro, 2003).

2.1.3 Producción Nacional del melón

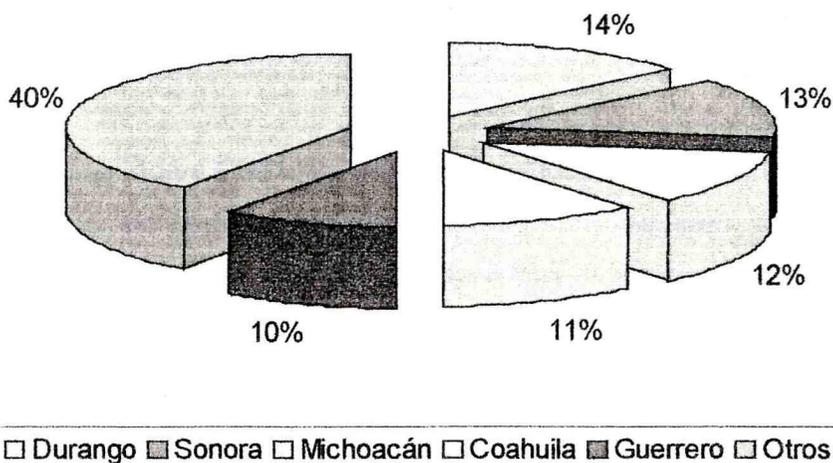
Desde hace 75 años, el melón mexicano ha mantenido su importancia en el mercado internacional por su calidad. Además de la derrama económica en las zonas de cultivo, en donde beneficia a quienes lo manejan, empaican y comercializan, dado que es el tercer producto agropecuario en la captación de divisas por exportación. Una ventaja competitiva para nuestro país, es que la cosecha del melón mexicano se lleva a cabo en la época en la que otros países competidores están fuera del mercado debido a su ubicación geográfica. Esto nos ha colocado en el segundo lugar como exportador mundial después de España, y por supuesto el proveedor más importante de los Estados Unidos, quien además de ser el mayor productor es el principal importador (SAGARPA, 2002).

Algunas regiones productoras de melón mexicano han desarrollado gran nivel de especialización, por lo que obtienen mejores rendimientos que otros países que tradicionalmente producen y exportan mayores volúmenes. Entre ellas se destaca la zona de Colima que durante los últimos 10 años ha sostenido un promedio de 30 toneladas por hectárea, cantidad por arriba del promedio registrado por los cinco países con mayor productividad, quienes

oscilan entre 19 y 21 toneladas por hectárea (Infoagro, 2003; SAGARPA, 2002).

El melón mexicano es capaz de soportar altas temperaturas, por lo cual se ha convertido en una excelente alternativa de cultivo en las zonas de calor excesivo y sequías constantes. Con equipo de riego adecuado, se evita la pérdida de un alto porcentaje, de agua superficial y del subsuelo. Es importante que los productores de melón incorporen tecnología de punta que mejore su competitividad respecto a otros países, y que permita en el futuro cercano, diversificar nuestro mercado. Por ejemplo, se puede ingresar al mercado canadiense, tercer consumidor mundial, con menores costos de producción y mayor calidad del fruto. Europa sería otra posibilidad interesante, pues ahí se encuentran los países que ocupan el segundo, cuarto y quinto sitio como consumidores mundiales, aunque esta posibilidad está limitada por el problema que representan la refrigeración y la corta vida en anaquel. México cuenta con tecnología adecuada, pero es preciso que maneje las cosechas en periodos más cortos, y mejore los procesos de manejo posterior a la cosecha, así como la comercialización del producto (SAGARPA, 2002).

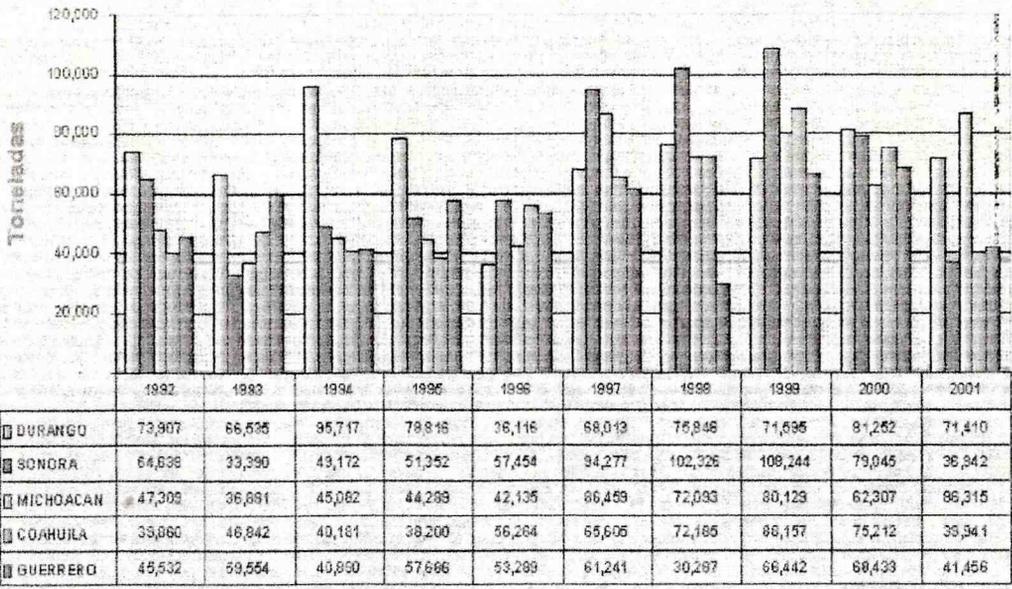
Principales Estados productores de melón 1992-2001



Las principales regiones productoras de melón en México, se concentran, en el caso de Michoacán, en Nueva Italia, El Aguaje, Pucután, Las Cruces y Tepalcatepec; en Sonora en la Costa de Hermosillo; en Jalisco en el Distrito de Tomatlán, en Colima en Ixtlahuacán y en Durango y Coahuila en la Comarca Lagunera. La producción nacional de melón durante el periodo 1992-2001 disminuyó en 5.7% (28 mil toneladas). Durante el periodo de 1992 a 2001, los principales estados productores de melón en nuestro país fueron Durango y Sonora, seguidos de Michoacán, Coahuila y Guerrero, los que en conjunto sumaron 60% de la producción nacional. Las condiciones de calor, la escasa humedad y la infraestructura hidráulica características de los estados de Durango y Sonora, han sido los factores que les ha permitido, en pocos años, convertirse en los principales productores del país. Durango registró su nivel más bajo de producción en 1996 (36 mil toneladas) y el más alto en 2000 cuando alcanzó las 96 mil toneladas. Sonora a su vez tuvo su punto más bajo en 1993 con 33 mil toneladas y el más alto en 1999 cuando alcanzó las 108 mil toneladas. Michoacán inició la década con 65 mil toneladas producidas, cantidad que para 1996 había disminuido hasta 42 mil toneladas (-35%). Sin embargo, en 1997 tuvo un repunte importante al llegar a 86 mil toneladas (incremento del 105%), aunque dicho incremento se vio disminuido al año siguiente, cayendo 17% al generar una producción de tan solo 72 mil toneladas. Durante el periodo de 1992 a 2001, Michoacán tuvo un promedio anual de 56 mil toneladas, ocupando el tercer lugar en este rubro, estableciendo su peor producción en 1993 con 37 mil toneladas y su máxima en 1997 con 86 mil toneladas (Infoagro, 2003; SAGARPA, 2002).

Por lo que toca a Coahuila, durante el periodo analizado (1992-2001) su comportamiento fue francamente zigzagueante con una ligera tendencia a la alza, inició en 1992 con una producción de 40 mil toneladas, que fue la menor del periodo, alcanzando para 2001 las 75 mil toneladas, máxima cantidad cosechada para ubicarse en un tercer lugar en la producción nacional (SAGARPA, 2002).

México: Producción de Melón 1992-2001

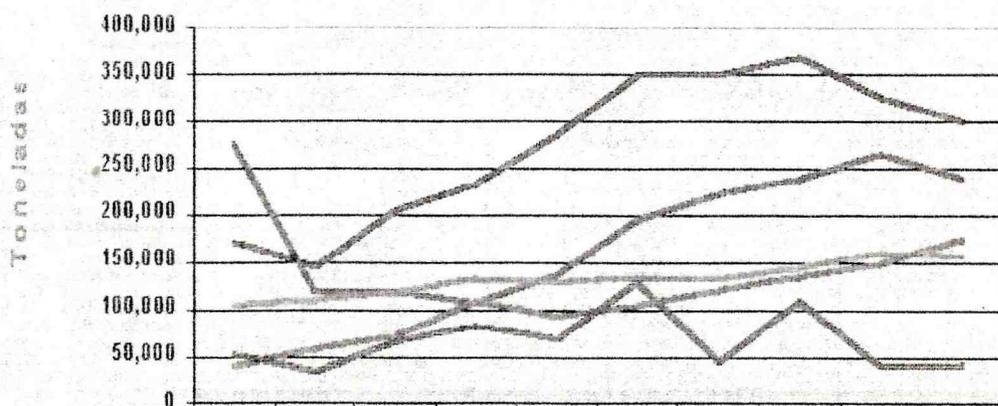


2.1.4 Principales países exportadores del melón

De los principales abastecedores de melones destacan por su importancia España, México, Estados Unidos, Costa Rica y Honduras, cuyas ventas externas en conjunto durante el periodo de 1991 a 2000, representaron alrededor del 64%. España exporta aproximadamente la quinta parte del total mundial (23%) y sus ventas crecieron más de 73% entre 1991 y 2000, aunque dicho crecimiento fue superado por Costa Rica, quien aumentó sus exportaciones 344 %. Los principales destinos de las exportaciones españolas han sido los países de la Comunidad Europea, los cuales reciben cerca del 95% de éstas. El Reino Unido le compra más de la mitad de las exportaciones españolas, siguiéndole Holanda con cerca del 14% y finalmente Alemania, Francia y los países nórdicos. Las exportaciones de Estados Unidos fueron las de menor crecimiento durante el periodo analizado con tan sólo una tasa de 50%, mientras que las ventas externas mexicanas decrecieron 13% durante el mismo lapso. A pesar de que Estados Unidos es el principal importador de melones, este país se ha convertido en un abastecedor importante para Canadá, a quien destina el 80% de las exportaciones de toda clase de

melones. En segundo lugar se encuentran algunos países asiáticos como Japón, Hong Kong y Taiwán. Con este incremento en el comercio mundial de melones, el valor del mismo también ha mostrado un saldo positivo, reflejándose en que el valor de las exportaciones e importaciones se ha incrementando paulatinamente (SAGARPA, 2002).

Países exportadores de melón 1991-2000



	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
España	172,500	145,909	204,321	234,291	285,006	349,394	350,040	369,400	326,195	300,076
México	275,915	118,735	119,377	106,942	138,843	194,198	223,333	241,603	266,817	240,903
Estados Unidos	104,130	112,850	118,616	133,630	127,862	134,709	139,675	144,356	160,959	156,711
Costa Rica	39,842	60,548	74,761	109,316	91,954	104,724	122,231	135,802	148,822	176,947
Honduras	53,171	36,061	67,720	83,415	68,421	129,102	44,630	108,411	40,000	42,500

2.1.5. Producción mundial del melón

Los 17.6 millones de toneladas cosechadas en 1997 se produjeron en Asia (68.3%) –especialmente en China, Turquía e Irán -, en Europa (13.6%) -a través de España- y en América (13.5%) -donde el principal productor es Estados Unidos-. Los mayores volúmenes se producen en plantaciones ubicadas principalmente en la zona cálida del continente americano y en la costa Mediterránea (Cuadro No.1).

Cuadro No. 1. Producción Mundial de Melón
Toneladas

PAIS	1995	1996	1997	Part. % 1997
TOTAL	15,804,915	17,595,565	17,691,392	100.0
China	5,162,312	5,971,517	6,371,517	36.01
Turquía	1,800,000	1,900,000	1,900,000	10.74
Irán	1,215,000	1,215,000	1,215,000	6.87
E.E.U.U.	874,440	1,003,300	1,068,500	6.04
España	860,200	966,700	850,000	4.80
India	635,000	640,000	640,000	3.62
Rumania	639,400	693,900	625,700	3.54
México	423,972	472,045	486,797	2.75
Egipto	350,842	525,973	470,000	2.66
Marruecos	193,210	457,900	460,000	2.60
Italia	467,198	486,500	433,454	2.45
Francia	332,389	314,974	277,820	1.57
Costa Rica	115,000	111,000	111,000	0.63
Honduras	110,000	170,000	110,000	0.62
Argentina	103,000	100,000	100,000	0.57

Fuente: FAO, 1998.

Aunque Asia es un continente netamente productor, tiene una baja participación en las exportaciones mundiales (el 5.3% en 1997) hecho que se explica porque China, Turquía e Irán consumen la mayor parte de su producción sin sobresalir de modo significativo como exportadores (CCI, Boletín, 1999).

2.2 Descripción morfológica del melón

2.2.1 Planta

Anual herbácea, de porte rastrero o trepador, con tallos pubescentes ásperos (provistos de zarcillos) y que pueden alcanzar de 2 a 3 m de longitud (Infoagro, 2003).

2.2.2 Sistema radicular

Abundante, muy ramificado y de rápido desarrollo (Infoagro, 2003).

2.2.3 Tallo principal

Están recubiertos de formaciones pilosas, y presentan nudos en los que se desarrollan hojas, zarcillos y flores, brotando nuevos tallos de las axilas de las hojas (Infoagro, 2003).

2.2.4 Hoja

De limbo orbicular aovado, reniforme o pentagonal, dividido en 3-7 lóbulos con los márgenes dentados. Las hojas también son vellosas por el envés (Infoagro, 2003).

2.2.5 Flor

Las flores son solitarias, de color amarillo y pueden ser masculinas, o hermafroditas. Las masculinas suelen aparecer en primer lugar sobre los entrenudos más bajos, mientras que las hermafroditas aparecen más tarde en las ramificaciones de segunda y tercera generación, aunque siempre junto a las masculinas. El nivel de elementos fertilizantes influye en gran medida sobre el número de flores masculinas, y hermafroditas así como sobre el momento de su aparición. La polinización es entomófila (Infoagro, 2003).

2.2.6 Fruto

Su forma es elíptica, la corteza de color verde-amarillo, es reticulada. La pulpa es anaranjada o asalmonada (Infoagro, 2003).

2.3 Valor nutricional

Valor nutricional del melón en 100 gramos de producto comestible

Agua (g)	91.2
Proteínas (g)	0.7
Lípidos (g)	0.1
Carbohidratos (g)	7.5
Calorías (kcal)	30.0
Vitamina A (U.I.)	3400
Vitamina B1 (mg)	0.04
Vitamina B2 (mg)	0.03
Vitamina B6 (mg)	0.036
Ácido nicotínico (mg)	0.6
Ácido pantoténico (mg)	0.26
Vitamina C (mg)	33.0
Sodio (mg)	12.0
Potasio (mg)	230.0
Calcio (mg)	14.0
Magnesio (mg)	17.0
Manganeso (mg)	0.04
Hierro (mg)	0.4
Cobre (mg)	0.04
Fósforo (mg)	16.0
Azufre (mg)	12.0
Cloro (mg)	41.0

(Infoagro, 2003)

2.4 Particularidades 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).

2.4.1 Clima

El planta de melón es de climas cálidos y no excesivamente húmedos, de forma que en regiones húmedas y con escasa insolación su desarrollo se ve

afectado negativamente, apareciendo alteraciones en la maduración y calidad de los frutos (Infoagro, 2003).

2.4.2 Temperatura

Temperaturas críticas para melón en las distintas fases de desarrollo

Helada		1°C
Detención de la vegetación	Aire	13-15°C
	Suelo	8-10°C
Germinación	Mínima	15°C
	Óptima	22-28°C
	Máxima	39°C
Floración	Óptima	20-23°C
Desarrollo	Óptima	25-30°C
Maduración del fruto	Mínima	25°C

2.4.3 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).

2.4.4 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).

2.4.5 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).

2.4.6 Suelo

La planta de melón no es muy exigente en suelo, pero da mejores resultados en suelos ricos en materia orgánica, profundos, mullidos, bien drenados, con buena aireación y pH comprendido entre 6 y 7. Si es exigente en cuanto a drenaje, ya que los encharcamientos son causantes de asfixia radicular y podredumbres en frutos. Es una especie de moderada tolerancia a la salinidad tanto del suelo (CE de $2,2 \text{ dS.m}^{-1}$) como del agua de riego (CE de $1,5 \text{ dS.m}^{-1}$), aunque cada incremento en una unidad sobre la conductividad del suelo dada supone una reducción del 7.5% de la producción. Es muy sensible a las carencias, tanto de microelementos como de macroelementos (Infoagro, 2003).

2.5 Polinización

La abeja melífera es el insecto de mayor utilidad para el hombre (Hubbel, 1997; Kearns *et al.*, 1998), como ejemplo, en los Estados Unidos cuatro millones de colmenas producen cera y miel con un valor superior a los 100 millones de dólares, sin embargo al prestar el servicio de polinización a los cultivos se obtiene 10 veces ese valor en la producción, aunque se estima que el valor es por lo menos 20 veces con respecto al de la miel (McGregor, 1976).

Los servicios prestados por los polinizadores de plantas cultivadas suman 117,000 millones de dólares anuales en todo el mundo.

El 84% de al menos 264 cultivos producidos en la Unión Europea dependen de la polinización por abejas y abejorros (Kearns, 1998). El valor de la polinización de los cultivos ha sido subvalorado en México pues -con base a los 154 000 colmenas destinadas a este propósito y el costo unitario de su alquiler - en 1997 generó alrededor de 39 millones de pesos, equivalente tan solo al 6% del valor de la miel y cera (Lastra y Galarza, 1998). Cuando las abejas visitan las flores para acopiar néctar y polen transfieren este último entre las estructuras reproductivas y así iniciar el proceso de formación de semillas. Muchos cultivos, especialmente aquellos que se producen en gran escala como la alfalfa y el naranjo (Hubbel, 1997; Ollerton, 1999). La producción de diferentes semillas, el incremento de la calidad y el número de semillas (Kearns *et al.*, 1998) en cultivos que tienen períodos de floración que coinciden con las poblaciones mas altas de la abeja melífera, serán polinizadas por ellas (Hubbel, 1997, Ollerton, 1999), a su vez, la producción de fruta y su calidad, la formación de híbridos y el incremento en la uniformidad de maduración del fruto (Kearns *et al.*, 1998).

La eficacia de la polinización en plantas es determinada principalmente por el número de polinizadores que las visitan, el número de flores que corresponda a cada polinizador durante su colecta y la efectividad del polinizador en transferir el polen apropiado a cada flor (Cresswell, 1999). En los ecosistemas agrícolas los polinizadores silvestres son escasos para asegurar una adecuada polinización. Insecticidas (Scott-Dupre, 1996), herbicidas (Kearns *et al.* 1998) y prácticas de cultivo han reducido o eliminado las poblaciones de insectos silvestres hasta hacerlos insuficientes para la polinización de plantaciones comerciales (Ohio State U.; 1999, DeLaplaine y Mayer; 1996; Mayer *et al.*, 1997;) e incluso dañar a las colmenas en el campo (Mayer *et al.*, 1998). Las abejas melíferas se consideran los mas importantes polinizadores de los cultivos por un buen número de atributos: su diversidad y facilidad de ubicación, tanto las larvas como los adultos se alimentan de polen y néctar, su estructura social y su capacidad de

comunicación (Southwick, 1993; vonFrisch, 1976) y es de interés la posibilidad de deterrminar su distribución marcándolas de diversas maneras (Hagler y Jackson, 2001).

00213

2.6 Coevolución

La fecha mas temprana deducida del registro fósil para la evolución de la polinización especializada por mariposas y palomillas del Orden Lepidoptera es al comienzo del período Terciario, hace 60 millones de años y para el Orden Himenóptera, al que pertenecen las abejas, existe una concordancia con el patrón de diversificación de las plantas con flores, lo que puede indicar la gran dependencia respecto a la polinización por abejas. Registros fósiles sugieren que las abejas se diversificaron a mediados del período Cretácico, hace unos 110 millones de años, al mismo tiempo que las plantas con flores (Ollerton, 1999).

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,

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).

2.7 La 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).

La mayoría de las plantas que producen flores poseen sistemas de auto-incompatibilidad para prevenir la consanguinidad, por ejemplo en *Brassica* hoy se conoce que la auto-incompatibilidad está controlada en dos genes identificados los cuales se expresan predominantemente en las células papilares del estigma. Al caer el polen se desencadena una señalización en cascada que rechaza el polen propio (Takayama *et al.*, 2000).

Dado que las esencias florales pueden ser cruciales para asegurar la fertilización y así determinar la formación de semilla o fruto, la presencia o ausencia del aroma atrayente para los insectos polinizadores disponibles localmente puede tener un impacto sustancial en los rendimientos de cultivos agrónomicamente importantes (Ackerman *et al.*, 1997). Las plantas importadas a nuevos ambientes por los humanos pueden estar especialmente en desventaja en este aspecto, dado que no han coevolucionado con los polinizadores locales y pueden no ser atraídos hacia ellas (Armbruster y Baldwin, 1998; Dudareva y Pichersky, 2000). Aún cuando un polinizador local sea atraído a las flores, puede no ser apto físicamente para ser un polinizador efectivo y los polinizadores que pueden tener la apropiada aptitud puede no tener predilección por las plantas (Krupnick *et al.*, 1999).

2.8 Problemas para la polinización

En años recientes la llegada de dos ácaros parásitos como *Acarapis woodi* (Rennie) (Elzen *et al.*, 2000; Rice *et al.*, 2002) y *Varroa destructor* (Anderson & Trueman) (Cobey, 2001), el uso indiscriminado de plaguicidas (Atkins *et al.*, 1997) , la abeja africanizada (Fierro *et al.*, 1988; Hood, 2002; Pinto *et al.*, 2003) y la fragmentación del ambiente (Margules y Pressey, 2000) han reducido la disponibilidad de abejas melíferas para polinizar los cultivos.

Los tratamientos para los problemas de acariosis están lejos de ser perfectos; la *Varroa* ha empezado a mostrar resistencia a los químicos que se usan para controlarla (Sammataro *et al.*, 1998), y, los criadores también han fallado en el desarrollo de una abeja totalmente resistente (Sammataro *et al.*, 2000). Una manera de reducir el impacto de estos ácaros y la africanización en la polinización sería optimizar la eficiencia de las abejas disponibles haciendo a los cultivos mas atractivos a las abejas (Ambrose *et al.*, 1995).

2.9 Uso de plaguicidas

Los plaguicidas representan el mayor peligro a los polinizadores porque, aún cuando los plaguicidas químicos son herramientas importantes en la producción agrícola, su uso es algunas veces incompatible con la polinización por insectos (Weick y Thorn, 2002). Irónicamente el mayor uso de pesticidas es en las plantas cultivadas donde los polinizadores son a menudo limitados (Kearns y Inouye, 1997).

Los plaguicidas pueden ser clasificados de acuerdo a la plaga que controlan en insecticidas, herbicidas, funguicidas, etc. que en su mayoría son dañinos a las abejas polinizadoras. Las principales categorías químicas de insecticidas son organofosforados, carbamatos, piretroides sintéticos y organoclorados (NRCC, 1981).

Además de estos, otros compuestos no se pueden ubicar en grupos químicos discretos, pero son clasificados de acuerdo a su modo de acción

como reguladores del crecimiento de insectos o por su origen botánico como la rotenona, insecticidas microbianos como el *Bacillus thuringiensis* (Scott-Dupree, 1996) o baculovirus que son aplicados en gran escala (Goulson *et al.*, 2000).

2.9.1 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).

En su avance la abeja africana alcanzó Arizona en 1993, Nuevo México y California en 1994, Nevada en 1998 y no se ha reportado un avance mas al norte (Sanford, 2005) .

Un método de reducir el impacto de la africanización es hacer que las abejas sean atraídas al cultivo a polinizar (Ambrose *et al.*, 1995), o colocar las colonias en la cercanía, dado que es ampliamente conocido que los insectos polinizadores escogen las flores de acuerdo a la recompensa y gasto de energía (Levin, 1959; Lee, 1961; Waser *et al.*, 1996) y mas recientemente a la atracción relativa a las aromas florales, producción de néctar y color (Briscoe y Chittka, 2001; Varassini *et al.*, 2001).

2.9.2 La abeja melífera

Se ha determinado que las abejas seleccionan las flores de las especies de plantas a visitar por su producción de néctar, polen y distancia de éstas a la colonia (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 melífera muestra un comportamiento alimenticio fácilmente manipulable asociado a una alta fidelidad nemotécnica (Meller y Davis, 1996; Hempel de Ibarra *et al.*, 2000).

2.9.3 Prácticas de cultivo y fragmentación del ambiente

Las prácticas de cultivo están cambiando la calidad del medio ambiente, incluyendo la destrucción de los suelos y de los cauces de agua, interfiriendo negativamente en la cadena alimenticia y la contaminación del aire (Fedoroff y Cohen, 1999; Chapin *et al.*, 2000).

Muchos peligros de los sistemas de polinización se inician con la fragmentación del hábitat, que alguna vez fue continuo. La fragmentación crea pequeñas poblaciones de las grandes, con los problemas de: deriva genética, depresión por consanguinidad y, para poblaciones muy pequeñas, el riesgo de extinción. Mas aún, la fragmentación incrementa el aislamiento espacial y la barrera entre hábitat disturbados y sin disturbar (Gaston, 2000; Cane, 2001; Quesada *et al.*, 2003). Ambas condiciones pueden alterar la polinización en las que, sí el aislamiento de las poblaciones fragmentadas se vuelve mas grande que el rango de pecoreo de los polinizadores y las poblaciones de los polinizadores se hacen suficientemente pequeñas, o los polinizadores de amplio alcance evitan las poblaciones pequeñas, la consecuencia puede ser la reducción de los servicios de polinización (Holden, 1998).

2.9.4 La polinización del melón

La abeja melífera juega un papel importante en la polinización de plantas tanto en los ecosistemas naturales como agrícolas, aunque en la producción de cultivos nos resulta más familiar (NRCC, 1981). Las flores requieren de las visitas de abejas para desarrollar la columna sexual, de ahí que al proveer de polinización y la subsecuente dehiscencia se obtenga la semilla (Gorelick, 2001; Cane, 2002). La producción de frutos está asociada con un mayor

número de visitas y una mayor duración acumulada de estas visitas a las flores por la abeja melífera (Gingras *et al.*, 1999).

Estudios previos han comparado los valores de polinización de diferentes especies de abejas solamente por la velocidad con la cual visitan las flores y la proporción de flores visitadas por viaje (Cane, 2002). En las flores se pueden encontrar muchas clases de insectos (Kevan y Baker, 1983), las comunidades nativas de abejas son importante en la provisión de servicios de polinización pero se conoce que las fluctuaciones temporales en su densidad son altamente variables en el espacio y tiempo (Kremen *et al.*, 2002). Las plaguicidas y las prácticas culturales han reducido o eliminado las poblaciones silvestres de insectos (Kearns *et al.*, 1998) hasta el punto de no haber suficientes para polinizar los cultivos comerciales (DeLaplane y Mayer, 1996).

Esto es de importancia económica para agricultores que deben considerar el incremento de las poblaciones de abejas como parte del manejo de campo (Ricketts *et al.*, 2004) y podría ser realizado reduciendo el uso de plaguicidas y mejorando la disponibilidad de polen y néctar para las abejas (Klein *et al.*, 2003)

La mayoría de las variedades de melón poseen flores estaminadas y flores hermafroditas, con ambos sexos en la misma planta, pero al aislar flores de melón del alcance de los insectos se ha encontrado que no existe formación de frutos pues el polen es pesado, se aglutina y no puede ser transportado por el viento (McGregor, 1976).

En un estudio en que se excluyeron las flores hermafroditas con capuchones de malla se encontró, además de la falta de producción, que aumentara desproporcionadamente el número de flores tanto de hermafroditas como estaminadas (Reyes-Carrillo *et al.*, 1982). En La Comarca Lagunera, en la agricultura tradicional del algodnero, las aplicaciones de insecticidas hicieron de la apicultura una actividad de alto riesgo por la cantidad y toxicidad de los productos utilizados que limitaron la expansión de la apicultura en

general, y la polinización comercial en lo particular (Reyes-Carrillo y Valdéz-Perezgasga, 1981).

La recomendación en cuanto al número de colmenas por hectárea para la polinización del melón es variable, el número mas bajo de colonias es de una a dos colonias (Hodges y Baxendale, 1995) y hasta seis colonias (Crane y Walker, 1984; Eischen y Underwood, 1991; Atkins *et al.*, 1997).

La distribución es importante ya que la producción y calidad tienden a ser mayores con las colmenas mas dispersas (Eischen y Underwood, 1991), condición que se debe cumplir con las abejas africanizadas con mayor razón por su tendencia a pecorear a menores distancias de sus colmena que las europeas (DeLaplane y Mayer, 2004).

2.9.5 Polinizadores silvestres

Según O'Toole (1994), las abejas silvestres incluyen un grupo muy diverso agrupado en siete familias, que comprende aproximadamente el 95% de las 20,000 abejas que se conocen. Basándose en su conducta de nidificación, se pueden dividir en dos grandes grupos: las que construyen los nidos en suelo y las que utilizan cavidades preexistentes. O'Toole plantea que son importantes por dos razones:

1) A través de sus relaciones con las plantas nativas, a menudo altamente especializadas, las abejas solitarias juegan un papel vital en la manutención de la vegetación natural tanto en regiones tropicales como templadas 2) La polinización de varios cultivos por todo el mundo recae fundamentalmente en abejas solitarias y el número de especies manejadas con este fin esta en aumento en países como EUA y Japón.

Entre las especies de abejas solitarias empleadas para la polinización están: *Bombus terrestris*, *Megachile rotundata*, *Nomia melanderi*; *Osmia rufa*, *O. cornuta*, *O. lignaria* y *O. corniformis* (Heemert *et al.*, 1990; Torchio, 1991; O'Toole, 1994; Batra, 1997; Stubbs y Drummond, 1997). En Cuba, de las

aproximadamente 96 especies de abejas descritas, 94 son silvestres o solitarias. De nuestras abejas silvestres se conoce muy poco al igual que de las plantas que polinizan y sus necesidades de identificación.

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 .

3.2 Localización del experimento

3.2.1 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 para polinización durante 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.

3.2.2 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 y con 3 colmenas por hectárea 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.

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. 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 sin polinización inducida

Los resultados obtenidos mostraron que cuando no se colocaron colmenas para polinizar (Cuadro 4.1.1) 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 4.1.1: 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 (Gegear y Laverty, 1998).

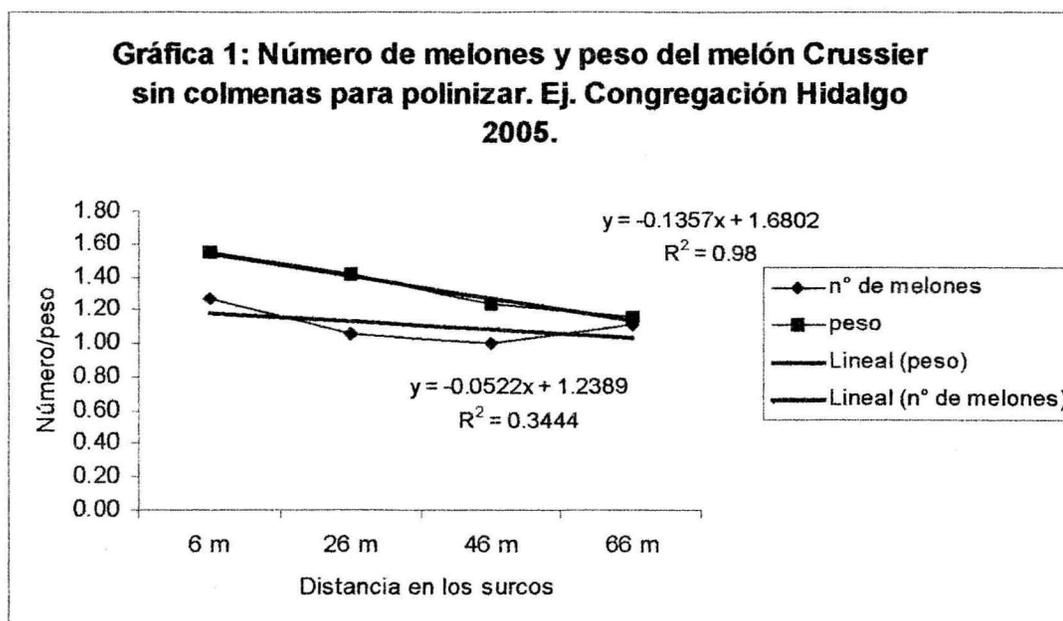
La cantidad de azúcar en el fruto no mostró diferencia significativa (Cuadro 4.1.2), lo que indica la uniformidad en la maduración del fruto a lo largo del surco.

Cuadro 4.1.2: 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

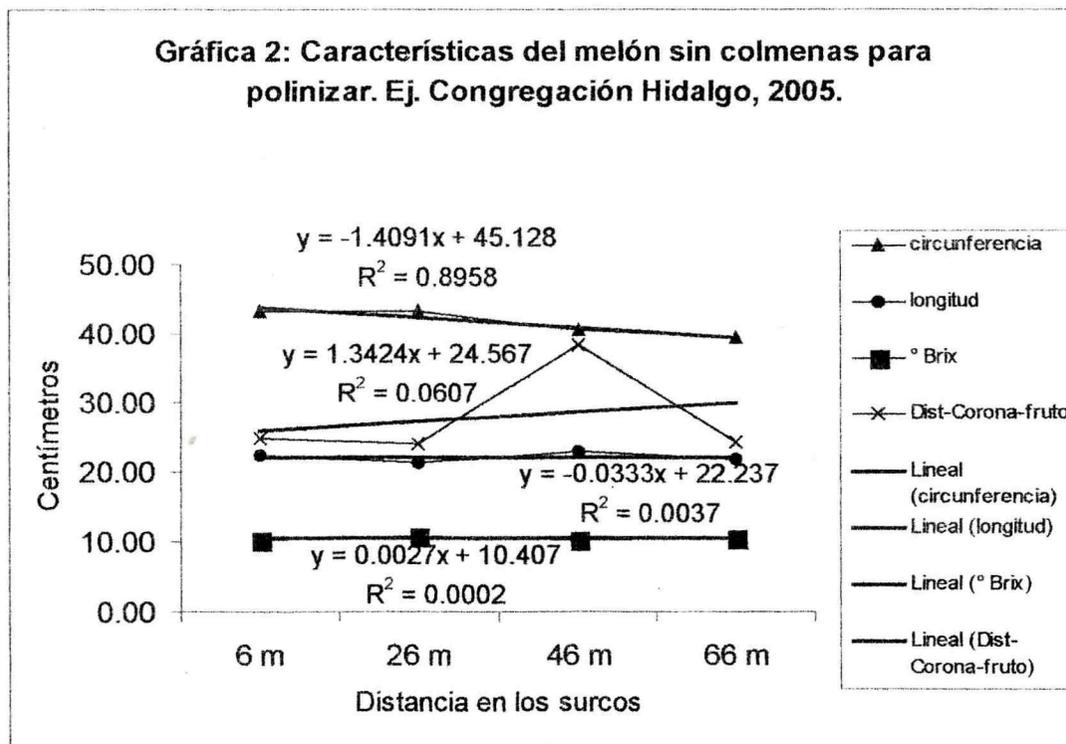
Los promedios acompañados de la misma literal son iguales (D.M.S.:0.05)

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

Gráfica 2: Características del melón sin colmenas para polinizar. Ej. Congregación Hidalgo, 2005.



4.2 Lote con polinización inducida

Cuando se colocaron colmenas para polinizar la distancia de la corona fue similar a las distintas a lo largo del surco (Cuadro 4.2.1), 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 4.2.1.: 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 más 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.

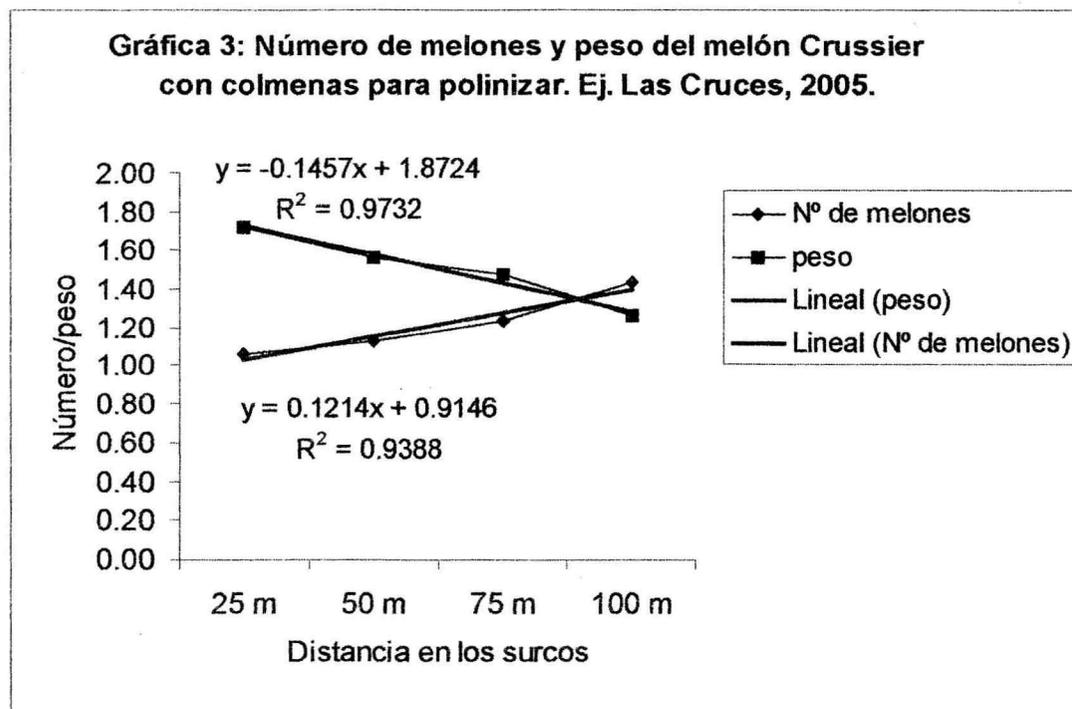
Para el contenido de sólidos solubles en la pulpa del melón (Cuadro 4.2.2) no se observaron diferencias estadísticas en las distancias del surco evaluadas en relación a la cercanía de las colmenas.

Cuadro 4.2.2: Distancia del melón sobre el surco y el contenido de azúcar en el fruto con polinización inducida. P.P. Las Cruces, 2005.

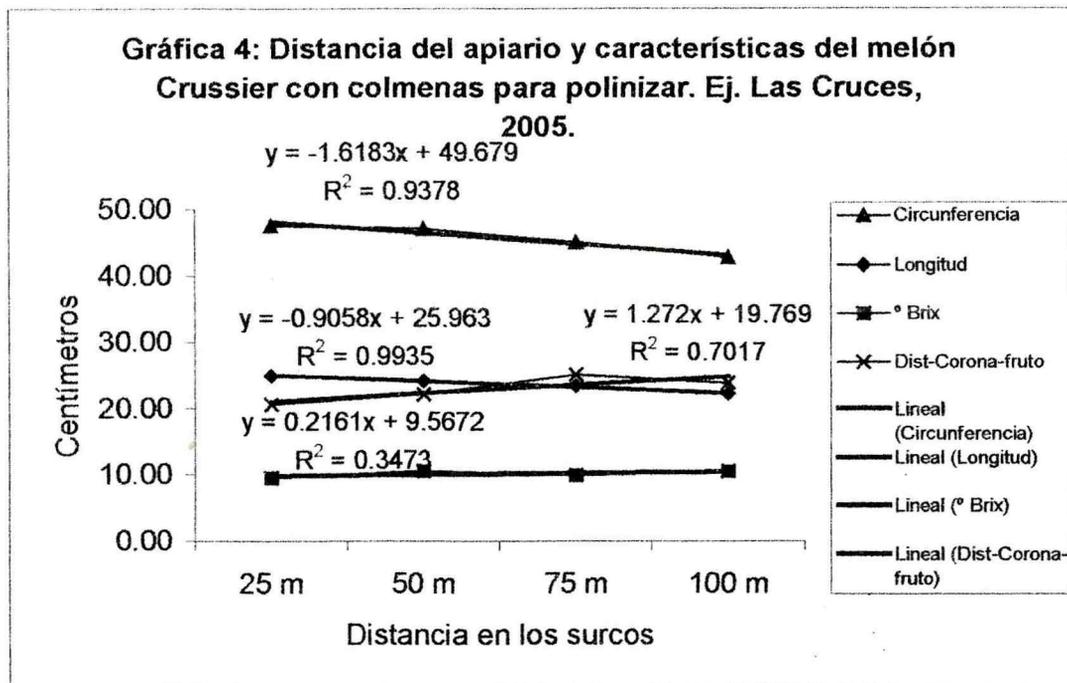
Distancia	Brix
25 m	9.6 a
50 m	10.5 a
75 m	9.9 a
100 m	10.5 a

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 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 4.2.3) 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)

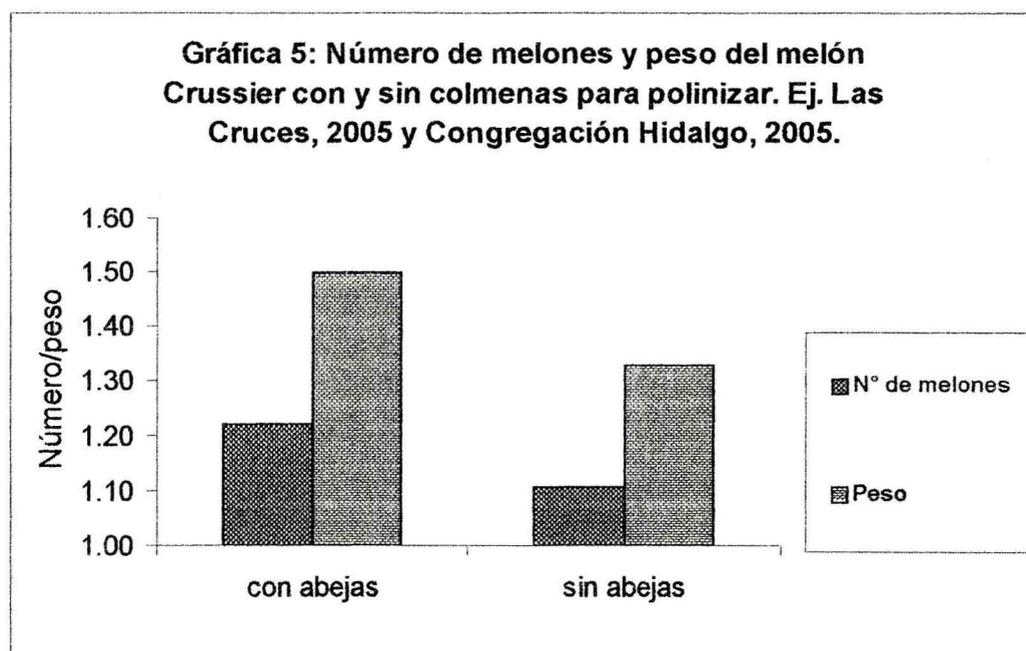
Cuadro 4.2.3: Comparación de las características de la calidad y producción del melón Cruiser con y sin polinización inducida por abejas. Comarca Lagunera 2005.

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	10.11a
Sin abejas	27.50 a	41.47 b	22.10 b	1.11 a	1.33 b	10.43a

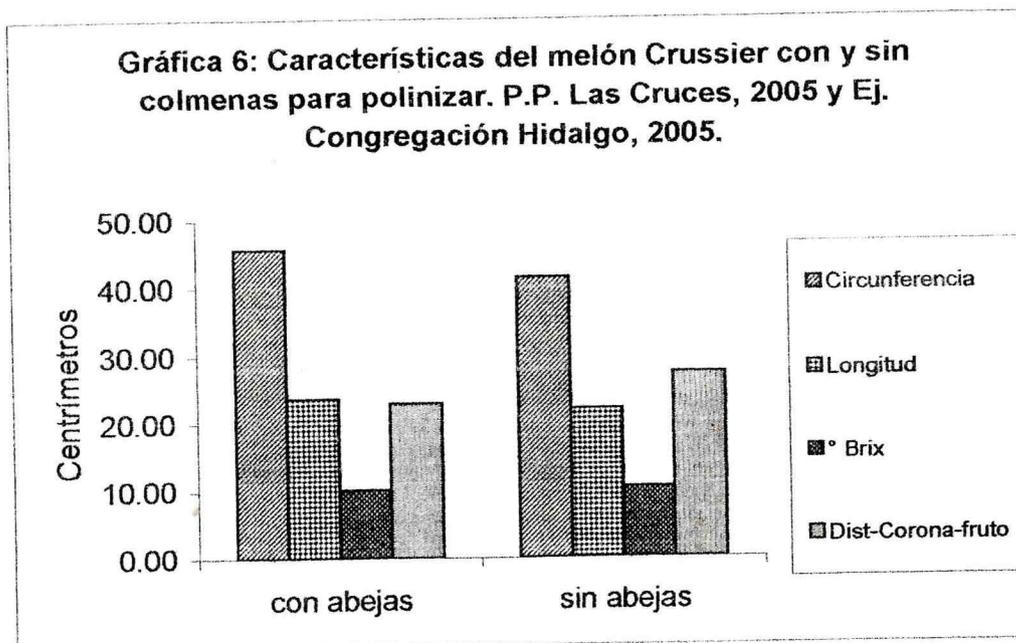
Los promedios acompañados de la misma literal son iguales (D.M.S.:0.05)

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

- Ackerman, J. D., E. J. Melendez-Ackerman y J. Salguero -Faria 1997. "Variation in pollinator abundance and selection on fragrance phenotypes in an epiphytic orchid." *Am J Bot.* 84: 1383-1390.
- 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.
- Ambrose, J. T., J. R. Schultheis, S. B. Bambara y W. Mangum 1995. "An evaluation of selected commercial attractants in the pollination of cucumbers and watermelons." *Am Bee J* 134: 267-271.
- Anderson, D. L. y J. W. H. Trueman 2000. "*Varroa jacobsoni* (Acari:Varroidae) is more than one species." *Exp Appl Acarol* 24: 165-189.
- Armbruster, W. S. y B. G. Baldwin 1998. "Switch from specialized to generalized pollination." *Nature* 394: 632.
- Atkins, E.L., L.D. Anderson, D. Kellum and K.W. Neuman 1997, Protecting Honey Bees from Pesticides. University of California. Division of Agricultural Sciences. Leaflet 2883.U.S.A.
- Batra, S 1997 (en línea). Management of hornfaced bees for orchad pollination. [Http://www.wvu.edu/%Eagexten/v212/hornface](http://www.wvu.edu/%Eagexten/v212/hornface) (consulta 11 de diciembre de 2006)
- 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.

- Bogler, D. J., J. L. Neff y B. B. Simpson 1995. "Multiple origins of the yucca-yucca moth association." *Evolution*: 6864-6868.
- 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.
- Cane, J. H. 2001. "(en línea) Habitat fragmentation and native bees: a premature verdict?" *Conserv Ecol* 5: <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art3> (consulta 6 de octubre de 2003).
- Cane, J. H. 2002. "Pollinating bees (Hymenoptera: Apiformes) of U.S. alfalfa compared for rates of pod and seed set." *J Econ Entomol* 95: 22-27.
- Cano R, P. y J. L. Reyes C. 2001. Avances de investigación en fechas de polinización en melón. Memorias del Seminario Americano de Apicultura. 16-18 Agosto Tepic, Nayarit, México.
- 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.
- CCI Boletín 1999. Producción mundial de melón (www.cci.org.co/publicaciones/perfilmelón3.html.(consulta 17 de noviembre del 2005).
- Chapin, F. S., E. S. Zavaleta, V. T. Eviners, R. L. Naylor, P. M. Vitousek y H. Reynolds 2000. "review article: Consequences of changing biodiversity." *Nature* 405: 234-242.
- Cobey, S. 2001. "The *Varroa* species complex: Identifying *Varroa destructor* and new strategies of control." *Am Bee J* 141: 194-196.

- 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., R. Davis y S. Rush 1995. "The effect of wild radish floral morphology on pollination efficiency by four taxa of pollinators." *Oecologia* 104: 234-245.
- 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. Gorringe, 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.
- Crane, E. y P. Walker 1984. "Pollination directory for World crops." International Bee Research Association London. England.
- Cresswell, J. E. 1998. "Stabilizing selection and the structural variability of flowers within species." *Ann Bot* 81: 463-473.
- Cresswell, J. E. 1999. "The influence of nectar and pollen availability on pollen transfer by individual flower of oilseed rape (*Brassica napus*) when pollinated by bumblebees (*Bombus lapidarius*)." *J Ecol* 87: 670-677.
- Culley, T. M., S. G. Weller y A. K. Sakai 2002. "The evolution of wind pollination in angiosperms." *Trends Ecol Evol* 17: 361-369.
- DeLaplane, K. S. y D. F. Mayer 1996. "Principles and practices of bee conservation." *Bee Science* 4: 4-10.
- DeLaplane, K. S. y D. F. Mayer 2004. "Crop pollination by bees." University Press Cambridge, U.K.

Dudareva, N. y E. Pichersky 2000. "Biochemical and molecular genetic aspects of floral scents." *Plant Physiol* 122: 627-633.

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

Eischen, F. y B. A. Underwood 1991. "Cantaloupe pollination trials in the lower Rio Grande Valley." *Am Bee J* 131: 775.

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

Eischen, F.A. 2000. Pollination research and agriculture. *Am. Bee J.* vol. 140 N°2 pp 118-119.

Eischen, F. A. 2000. "Our natural bent: looking for *Varroa* medication in plants." *Am Bee J* 140: 457-458.

Elzen, P. E., J. R. Baxter, G. W. Elzen, R. Rivera y W. T. Wilson 2000. "Evaluation of grapefruit essential oils for controlling *Varroa jacobsoni* and *Acarapis woodi*." *Am Bee J* 140: 666-668.

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

Federle, W., E. L. Brainerd, T. A. McMahon y B. Holldobler 2001. "Biomechanics of the movable pretarsal adhesive organ in ants and bees." *Proc Natl Acad Sci USA* 11: 6215-6220

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

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.

Gaston, K. J. 2000. "review article: Global patterns in biodiversity." *Nature* 405: 220-227.

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.

Gorelick, R. 2001. "Did insect pollination cause increased seed plant diversity?" *Biol J Linn Soc* 74: 407-427.

Goulson, D., A. M. Martínez, W. O. H. Hughes y T. Williams 2000. "Effects of optical brighteners used in biopesticide formulations on the behavior of pollinators." *Biol Control* 19: 232-236.

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.

- Heemert, C; de Ruijter, A., van den Eijnde, J. y J. van der Steen (1990) Yearround production of bumble bee colonies for crop pollination. *Bee World* 71(2):54-56.
- 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.
- Hodges, L. y F. Baxendale 1995. "Bee pollination of cucurbit crops." University of Nebraska-Lincoln. Cooperative Extension. Institute of Agriculture and Natural Resources Bulletin NF91-5D. pp. 2.U.S.A.
- Holden, C. 1998. "Pollinators in peril." *Science* 279: 1459-1460.
- Hood, M. 2002. "The africanized honey bee in the United States." Clemson University Cooperative Extension Service. USA.
- 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.com/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. y D. W. Inouye 1997. "Pollinators, flowering plants, and conservation biology." *Bioscience* 47: 297-307.
- 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.
- Kevan, P. G. y H. G. Baker 1983. "Insects as flower visitors and pollinators." *Ann Rev Entomol* 28: 407-453.
- Klein, A. M., I. Steffan-Dewenter y T. Tscharntke 2003. "Bee pollination and fruit set of *Coffea arabica* and *C. canephora* (Rubiaceae)." *Am J Botany* 90: 153-157.
- Kremen, C., N. M. Williams y R. W. Thorp 2002. "Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification." *Proc Natl Acad Sci USA* 99: 16812-16816.
- 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.
- 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.
- Lastra M, I.J. y J.M. Galarza M. ed.1998. Situación actual y perspectiva de la apicultura en México 1990-1998 Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, publ. ISSN 1405-7336 pp 1-49.
- 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.
- Lord, E. M. y S. D. Russell 2002. "The mechanisms of pollination and fertilization in plants." *Annu Rev Cell Dev Biol* 18: 81-105.
- Maloof, J. E. 2001. "The effects of a bumble bee nectar robber on plant reproductive success and pollinator behavior." *Am J Bot* 88: 1960-1965.
- 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.
- Margules, C. R. y R. L. Pressey 2000. "review article: Systematic conservation planning." *Nature* 405: 243-253.
- Mayer, D. F., J. D. Lunden y G. Kovacs 1997. "Susceptibility of four bee species (Hymenoptera: Apoidea) to field weathered insecticide residues." *J Entomol Soc Brit* 94: 27-30.
- Mayer, D.F., C.A. Johansen y C.R Baird. 1998. How to reduce bee poisoning from pesticides. Western Region Ext. Publ. 15 (Rev). 15 pp.
- 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.
- 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.
- Molbo, D., C. A. Machado, J. G. Sevenster, L. Keller y E. A. Herre 2003. "Cryptic species of fig pollination wasps: implications for the evolution of the fig-wasp mutualism, sex allocation, and precision of adaptation." *Proc Natl Acad Sci USA* 100: 5867-5872.
- 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.
- NRCC 1981. "Pesticide-Pollinator interactions." Associate Committee on scientific criteria for environmental quality National Research Council Canada N°18471.
- Ohio State University 1999. Bee pollination of crops in Ohio, Ohio State University. Bulletin 559. p.22.
- 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.

O'Toole, C. 1994. Who cares for solitary bees? In forage for bees in an agricultural landscape. International Bee Research Association, London, U.K. 75pp.

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.

Quesada, M., K. E. Stoner, V. Rosas-Guerrero, C. Palacios-Guevara y J. A. Lobo 2003. "Effects of habitat disruption on the activity of nectarivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) in a dry tropical forest: implications for the reproductive success of the neotropical tree *Ceiba grandiflora*." *Oecologia* 135: 400-406.

Reyes-Carrillo, J. L. y M. T. Valdéz-Perezgasga 1981. "Beekeeping in the "Comarca Lagunera" a heavy pesticide-use area in the northern part of Mexico." *Am Bee J* 12: 653-655.

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.

Ricketts, T. H., G. C. Daily, P. R. Ehrlich y C. D. Michener 2004. "Economic value of tropical forest to coffee production." *Proc Nat Acad Sci USA*: 12759-12582.

- 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.
- 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.
- Sanford, M. T. 2005. "6th Brazilian Encontro and 8th International Conference on Tropical bees." *Am Bee J* 145: 569-571.
- 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.
- Scott-Dupree, C. 1996. " Honey bee diseases and pests." Canadian Association of Professional Apiculturist. Dept. of Environmental Biology. Univ. of Guelph, Ontario, Canada.
- 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.

Southwick, E. 1993. Bee Research Digest. Orientation and hive fidelity of honey bees. Am. Bee J. Vol. 133 N° 8 pp 573 –574.

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.

Stubbs, C. y F. Drummond. 1997. Management of the Alfalfa Leafcutting Bee, *Megachile rotundata* (Hymenoptera: Megachilidae), for Pollination of Wild Lowbush Blueberry. J. K. Ent. Soc. 70(2):81-93

Takayama, S., H. Shiba, M. Iwano, H. Shimosato, F. Che, N. Kai, M. Watanabe, G. Suzuki, K. Hinata y A. Isogai 2000. "The pollen determinant of self-incompatibility in *Brassica campestris*." Proc Natl Acad Sci USA 97: 1920-1925.

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.

Torchio, P 1991. Bees as crop pollinators and the role of solitary species in changing environments. Acta Horticulturale 288. 6th Pollination Symposium 49-61pp.

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.

vonFrisch, K. 1976. Bees their vision, chemical senses, and language. Rev. ed. Second printing. Cornell University Press, Ithaca, New York, U.S.A.

Waser, N. y L. Chittka 1998. "Evolutionary Ecology. Bedazzled by flowers." Nature 394: 835-836.

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.

Weick, J. y R. S. Thorn 2002. "Effect of acute sublethal exposure to coumaphos or diazinon on acquisition and discrimination of odor stimuli in the honey bee (Hymenoptera: Apidae)." J Econ Entomol 95: 227-236.

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 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 2. 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 3. 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 4. 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 5. 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 6. 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 7. 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 8. 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 9. 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 10. 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 11. 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 12. 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 13. Análisis de varianza, medias y comparación estadística de número de melones con y sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	0.434937	0.434937	2.0348	0.152
Error	127	27.146454	0.213752		
Total	128	27.581390			

C.V. = 39.76 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	63	1.222222
2	66	1.106061

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

Anexo 14. Análisis de varianza, medias y comparación estadística de peso de el melón con y sin polinización inducida con abejas. La Laguna 2005.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	1.026367	1.026367	7.0246	0.009
Error	136	19.871124	0.146111		
Total	137	20.897491			

C.V. = 27.01 %

Tratamientos	Repeticiones	Media
1	70	1.500428
2	68	1.327941

Tratamientos	Media
1	1.5004 a
2	1.3279 b

Nivel de significancia = 0.05

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.