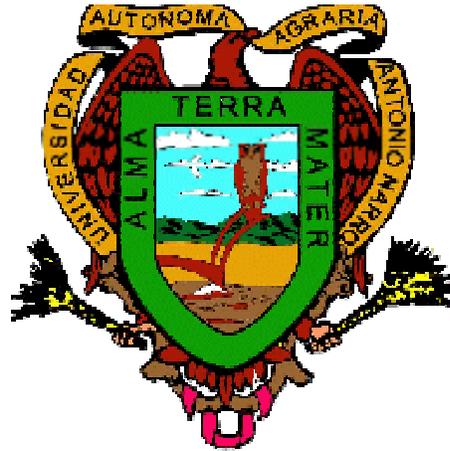


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMIA



Las Abejas en la Polinización de Variedades de Manzano

Por:

RENÉ ALEJANDRO VILLAGRÁN DEOSES

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre del 2005

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Las Abejas en la Polinización de Variedades de Manzano

POR

RENÉ ALEJANDRO VILLAGRÁN DEOSES

TESIS

**Que se somete a Consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:**

ING. AGRONOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR

**MC. Inocente Mata Beltrán
Presidente del Jurado**

**Ing. Eliseo S. Gonzáles Sandoval
Sinodal**

**Ing. Fidel Oyervides Martínez
Sinodal**

**MC. Arnoldo Oyervides García
Coordinador de la División de Agronomía**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre del 2005

AGRADECIMIENTOS

A mi padre Dios por haberme dado vida y salud para alcanzar esta meta y que me guió durante toda mi carrera profesional.

A mi "Alma Mater", la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme ayudado a lograr mi meta de llegar a ser un profesionista y por todo el apoyo que me brindó durante mi estancia.

Al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECyT) por haberme brindado la ayuda económica para hacer posible la elaboración y conclusión de este trabajo.

A mi padre M.C. Saúl R. Villagrán Domínguez por haberme ayudado y brindado su apoyo para realizar este trabajo de investigación, además por su cariño, comprensión, sus consejos y su confianza brindada durante toda mi carrera y por haberme inculcado el amor por esta bonita carrera que es la Agronomía.

Al M.C. Inocente Mata Beltrán, por haberme dedicado su tiempo al transmitirme sus conocimientos dentro del salón de clases y al asesorarme en la realización de esta tesis, además de su confianza y amistad.

A los dueños de las huertas: Saúl R. Villagrán Domínguez, Mario Rentarías, Francisco Pérez Lozano, Rogelio Pérez Lozano y Dr. Enrique Bautista Parada, por haberme brindado su apoyo y confianza en la realización de este trabajo de investigación.

Al Ing. Fidel Oyervides Martínez por haber colaborado en la revisión del documento y por su amistad brindada.

Al Ing. Eliseo S. González Sandoval por su participación y colaboración en la revisión del documento.

Al Dr. Rafael Parra Quezada por su participación con el envío de sus investigaciones y otros artículos que hicieron posible el enriquecimiento del trabajo.

DEDICATORIA

Con mucho amor a mis padres M.C. Saúl R. Villagrán Domínguez y Leticia Deoses Olivas a quien admiro y respeto por que siempre se han esmerado y preocupado por educarme y corregirme, quienes con sus sabios consejos, confianza, paciencia, sacrificios y apoyo incondicional me ayudaron a finalizar esta bonita carrera y hacer una persona digna de su cariño.

Con mucho cariño y afecto mi hermana Flor Maria con quien he vivido todas las etapas de mi vida y por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo.

A mi novia Cynthia por su amor y paciencia brindado durante todo este tiempo.

Con mucho cariño a mi tía Martha a quien admiro y respeto porque me ha brindado su cariño, comprensión y apoyo incondicional.

A mi tío Héctor Villagrán D. a quien admiro y respeto.

Al Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 90 (CBTa 90) y a todos sus profesores en especial a los ingenieros Javier Rosas, Hugo Orozco, Efraín Rocha, Nicolás Cabriales, Mario Lucero, Alonso Ortega y Ramón García quienes con su amistad y conocimientos contribuyeron en mi formación académica.

A todos mis compañeros de generación "C" y del "Árbol" con quienes conviví y compartí momentos muy agradables y placenteros durante mi estancia en la Universidad.

INDICE GENERAL

	Página
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Floración y polinización de las principales variedades de manzano	4
Hábitos de floración del manzano	4
Desarrollo de las yemas florales	4
Inducción floral	5
Diferenciación floral	6
Antesis (apertura floral)	6
Floración del manzano	6
Polinización del manzano	7
Golden Delicious	9
Delicious	11
Millers Sleeding, Discovery y Crawley Beauty	12
Cox's Orange Pippin	13
Polinizadores Crab-apple	13
Factores que afectan la polinización	14
Polinización Entomófila	16
Polinización Apícola	16

Actividad Pecoreadora	17
Introducción y distribución de colmenas de abejas en los huertos	19
MATERIALES Y METODOS	21
Localización del sitio experimental	21
Clima	21
Descripción del material experimental	22
Descripción de la variedad Golden Delicious	22
Descripción de las variedades tipo Delicious	23
Red Delicious	24
Red Chief	24
Starkrimson	24
Descripción de la abeja melífera	24
Descripción de los tratamientos	26
Diseño y modelo estadístico	27
Variables evaluadas	29
Por ciento de amarre de fruta	29
Retención de fruta	29
Caída de fruta	30
Rendimiento	30
Diámetro ecuatorial y polar del fruto	30
Peso promedio del fruto	30
Número de semilla	31
Calibre del fruto	31

Análisis estadístico	31
RESULTADOS Y DISCUSION	32
CONCLUSIONES	44
LITERATURA CITADA	45
APÉNDICE	50

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Contenido	Página
1	Características y localización de las regiones manzaneras.	21
2	Características de los diferentes sitios experimentales.	27
3	Prácticas de cultivo realizadas en los diferentes huertos de manzano de las cuatro variedades evaluadas.	28
4	Número de frutos y su por ciento de Retención-caída en los años 2004 y 2005 de la variedad Golden Delicious	37
5	Rendimiento promedio de fruta por árbol (Kg.) y su relación para los años 2004 y 2005.	39
6	Diámetro ecuatorial y polar del fruto (cm) de los años 2004 y 2005	40
7	Calibre obtenido en base al diámetro ecuatorial para cada una de las variedades y tratamientos	43

Cuadro No.	Contenido	Página
1	Periodos de floración de las principales variedades de manzano (Wsnla Washington).	7
2	Polinización del manzano (C&O Nursey, 2000).	9
3	Por ciento de amarre de frutos en los tratamientos “Con abejas” y “Sin abejas” de los años 2004 y 2005.	33
4	Retención de fruta (número de frutos) en la variedad Starkrimson (SK) de los años 2004 y 2005.	34
5	Retención de fruta (número de frutos) en la variedad Red Chief en el año 2004.	35
6	Retención de fruta (número de frutos) en la variedad Red Delicious en el año 2005.	36
7	Rendimiento (Kg.) de fruta de los tratamientos “Con abejas” y “Sin abejas” de las variedades Golden Delicious (GD) Starkrimson (SK), Red Delicious (RD) y Red Chief (RCH) de los años 2004 y 2005.	38
8	Peso promedio del fruto (g) de los tratamientos “Con Abejas” y “Sin Abejas” de las variedades Golden Delicious (GD), Starkrimson (SK), Red Delicious (RD) y Red Chief (RCH) de los años 2004 y 2005.	41
9	Número de semillas por fruto de los tratamientos “Con Abejas y Sin Abejas” de las variedades Golden Delicious (GD), Starkrimson (SK), Red Delicious (RD) y Red Chief (RCH) de los años 2004 y 2005.	42

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado durante los ciclos productivos primavera-verano de los años 2004 y 2005, en la región manzanera de Cuauhtémoc y Cusihuiachi, Chihuahua en 5 huertos de productores cooperantes. El objetivo fue evaluar el efecto de las abejas en la polinización de diferentes variedades de manzano en el porcentaje de amarre, rendimiento y calidad de la fruta; para ello se seleccionaron cinco árboles (repeticiones) de cada variedad (Golden Delicious, Red Delicious, Red Chief y Starkrimson) y dos ramas por árbol con 25 yemas florales para los tratamientos T1 = "Sin Abejas" donde las yemas se cubrieron con tela "Tul" durante todo el período de floración para impedir la entrada y polinización por las abejas y T2 = "Con Abejas" dejándose sin cubrir para que sus flores fueran visitadas libremente por las abejas durante todo el periodo de floración y analizados bajo un diseño de Bloques al Azar bajo el programa SAS versión 8.0. Los resultados obtenidos mostraron que el tratamiento 2 "Con Abejas" obtuvo el mas alto porcentaje de amarre de fruto en las cuatro variedades evaluadas desde 12.31% de Red Delicious hasta 48.81% de Golden Delicious, una permanencia desde 10.95 frutos de Starkrimson hasta 18.44 frutos de Golden Delicious, un rendimiento superior hasta en 28.4 veces, mayor peso promedio del fruto en la variedad Golden Delicious de 136.99 g, un mayor contenido de semillas por fruto desde 3.31 hasta 5.78 y un mayor calibre de frutos que va desde 150 hasta 88 frutos por caja.

INTRODUCCIÓN

El manzano es un frutal caducifolio de clima templado que se cultiva en las partes altas de México. Su producción ha aumentado notablemente, debido a la demanda que tiene esta fruta en consumo fresco y en su industrialización. En la actualidad se estima que la superficie cosechada de manzana a nivel nacional para el año 2004 fue de 62,475 ha con una producción de 630, 240 t., distribuidas en 22 estados de la Republica de los cuales cuatro destacan su participación en superficie plantada y cosechada. Así el estado de Chihuahua es principal productor de manzana aportando el 70% de la producción nacional con 440,580 t. y el 43% de la superficie plantada con 25, 878 ha., le sigue Durango con 10, 172 ha (16.9%) y 46, 101 t. (7.3%); Coahuila con 7,070 ha (11.7%) y 64,423 t. (10.2%); y Puebla con 7,486 ha (12.4%) y 37,285 t. (5.9%). La manzana en nuestro país, se coloca en el décimo lugar en producción con el 1.99 % del volumen total de los productos frutícolas perennes; y es una de las frutas más consumidas con 6.5 kg, por persona al año. (SAGARPA, 2005).

La región manzanera de Chihuahua comprende los municipios de Cuauhtémoc, Bachiniva, Guerrero, Cusihuirachi, Namiquipa y Nuevo Casas Grandes, siendo Cuauhtémoc el responsable del 60% de la superficie plantada. Las principales variedades que se cultivan son: Golden Delicious 60%, Red Delicious y sus mutaciones (Starkrimson, Doble Red, Starking, Red Chief) 30%, Gala, y Rome Beauty 10% de la superficie. (UNIFRUT, 2005).

Para obtener los máximos rendimientos en el manzano se requiere de un amarre de fruto inicial de 5 a 10% (Dennis, 1996). El amarre de fruto es el resultado de una serie de eventos en el periodo de floración como son la transferencia del polen viable y compatible a la superficie estigmática receptiva (polinización), la emisión y crecimiento del tubo polínico a través del pistilo hasta llegar a realizar la fecundación del óvulo viable (Childers, 1982). La polinización

es el proceso mas critico y complejo en la producción de manzano ya que la mayoría de sus variedades como Red Delicious, Gala, Fuji, Red Chief, Starkrimson, Golden Delicious y otras presentan el problema de auto-incompatibilidad, es decir que el polen de una flor no sirve para fecundar el ovario de esta misma flor, requiriendo de una variedad donadora de polen compatible (Mayer, 1992) y de la visita de los insectos para que ocurra la polinización cruzada ya que el viento no puede transportar suficiente polen compatible debido a que es pegajoso y pesado (Free *et al.*, 1974.), dependiendo principalmente de las abejas melíferas que son responsables de más del 90% de su polinización (Childers, 1973).

La auto-incompatibilidad del manzano esta determinada gametofiticamente y es reducida por el efecto de la polinización cruzada (Westwood, 1993). Para que ocurra la polinización cruzada es necesario que la variedad polinizadora y la variedad comercial florezcan lo más sincronizado posible en la misma fecha (Dennis, 1996), sin embargo algunas variedades no se pueden fertilizar entre ellas porque son genéticamente íter-incompatibles, por ejemplo el polen de Golden Delicious no puede fertilizar a Jonagold; igualmente ocurre con Red Delicious y Melrose, que no se pueden fertilizar entre ellas. Así mismo otras variedades Delicious como Starkrimson, Oregon Spur, Top Red, Red Chief no podrán polinizarse efectivamente entre ellas. Es por eso que Khan y Khan (2004) mencionan que la mayoría de las variedades de manzano requieren de una polinización cruzada y de una variedad compatible como fuente de polen.

Por todo lo anterior Childers (1982) evaluó el efecto de las abejas en la variedad McIntosh al no permitir la entrada de los insectos y las abejas durante la época de floración encontrando que la producción por árbol alcanzó la mitad de una caja, mientras que los árboles que se polinizaron con insectos y abejas alcanzaron a producir 23 cajas de manzana. Igualmente en un trabajo similar Khan y Khan (2004) mencionan que la variedad Starkrimson fue afectada en el rendimiento al no permitir la entrada de abejas en el periodo de floración ya que en

el tratamiento con abejas el rendimiento fue de 170 Kg., y en el de sin abejas fue de 32 Kg., por árbol. En otro trabajo en manzano Mata *et al* (2001) reportaron que al utilizar abejas durante el periodo de floración del manzano Golden Delicious el amarre de fruta fue de 29.71%, superior dos veces al tratamiento sin abejas.

Por consiguiente, el período de floración en el manzano es susceptible a diversos factores que afectan la polinización, como lo son los daños por heladas a principios de primavera, altas temperaturas que causan deshidratación de la superficie estigmática provocando el aborto de las flores, problemas nutricionales como niveles bajos de boro que ocasionan que el tubo polínico y el óvulo no se desarrollen adecuadamente, repercutiendo en un bajo amarre de fruto. Además de la auto-incompatibilidad de la mayoría de las variedades de manzano y el corto periodo efectivo de polinización que se da en los primeros tres días después de la antesis. Por tal motivo es necesario implementar el uso de colmenas y de variedades polinizadoras en el periodo de floración para lograr una efectiva polinización y una exitosa fecundación de las flores y así obtener un alto por ciento de amarre de fruto y un buen rendimiento al momento de la cosecha, por tal motivo el presente trabajo tiene como:

Objetivo

- Evaluar el efecto de las abejas en la polinización de cuatro variedades de manzano.

Hipótesis

- La polinización con abejas incrementará el rendimiento y calidad del fruto en al menos una variedad de manzano.

REVISION DE LITERATURA

Floración y polinización de las principales variedades de manzano

Hábitos de floración del manzano

El manzano tiene dos tipos de yemas: vegetativas y mixtas, esto significa que contiene estructuras vegetativas (hojas y meristemas apicales) y estructuras reproductivas (las flores y partes asociadas). La inflorescencia es determinada y las variedades comerciales contienen de cinco a seis flores sostenidas por un círculo de 6 a 9 hojas del espolón. Al término del racimo floral tenemos la flor principal o flor reina y a su alrededor las flores laterales, a los lados y abajo del racimo floral se encuentra un eje de hojas que es una rama corta llamada spur (espolón). En el manzano las yemas florales son formadas terminalmente en ramas cortas o espolones que se desarrollan lateralmente en madera de 2 a 3 años de edad. En la base de cada inflorescencia hay varias yemas laterales vegetativas. La iniciación floral tiene lugar unas seis semanas después de plena floración (Westwood, 1982; Rom, 1985).

Desarrollo de las yemas florales

El número de apéndices (nudos) producidos por un meristemo antes de la formación de flores terminales es genéticamente controlado y cambia con la variedad. El período crítico parece estar después de la iniciación de la última hoja verdadera y antes de la iniciación de la primera bractea. Durante ese período, la transición al estado reproductivo ocurre. Parece que el meristemo debe alcanzar primero el número crítico de nudos por un cierto tiempo en la estación y debe entonces tener la capacidad de iniciar flores. Consecuentemente cualquier factor medio ambiental que retarde o limite la división celular y la producción del número

de nudos crítico finalmente puede prevenir la formación de la yema floral o resultar en flores débiles o pequeñas. Aún si el número de nudos apropiado es producido y hay tiempo adecuado en la estación para que las yemas florales se formen, la floración no necesariamente ocurre espontáneamente. Otros factores tienen influencia modificadora y pueden determinar si una yema permanecerá vegetativa o se desarrolla en yema floral (Dennis, 1986).

La formación de yemas florales es generalmente considerado que procede en tres estados y se explican a continuación:

Inducción floral

Este proceso es definido como el tiempo cuando el meristemo es confinado para formar una flor. Esto usualmente ocurre temprano, durante el periodo inicial del crecimiento vegetativo activo del árbol. La inducción es un cambio fisiológico que sufre el meristemo apical hacia su estado floral obedeciendo a influencias internas como contenido de carbohidratos, relación carbono-nitrógeno, interacciones hormonales, etc., e igualmente a influencias externas como humedad atmosférica, temperatura, luz solar, fotoperíodo, sequía, así como las prácticas de manejo efectuadas por el productor como aplicación de compensadores de frío, podas, riegos, fertilización, doblado de ramas, portainjertos, densidad de plantación, raleo de fruta, cosecha, etc. Esta fase se distingue porque en el meristemo hay un aumento en el contenido de ARN y de proteínas esenciales. El primer primordio floral a desarrollar dentro del racimo es la flor reina, y las flores desarrollan secuencialmente abajo del eje de la yema mientras exista el racimo. (Rom, 1985).

Diferenciación floral

Es el cambio histológico y morfológico que sufre el meristemo apical hacia el desarrollo del primordio floral, es decir es una especialización celular hacia la

distinción de las partes florales y al igual que la fase anterior se distingue porque en el meristemo hay un incremento de división celular mitótica. Este estadio comienza alrededor del tiempo en que el crecimiento vegetativo se detiene en el árbol. Durante este estadio las estructuras florales aparecen y continúan su desarrollo. Antes de entrar en el periodo de reposo en invierno las yemas florales frecuentemente se han desarrollado en un 85 % de su tamaño completo (Rom, 1985).

Antesis (apertura de la flor)

En la primavera del año siguiente, cuando la temperatura aumenta, el crecimiento y el desarrollo de las flores finaliza. Las flores abren cerca de un año después de que la inducción floral ocurrió. (Rom, 1985).

Floración del manzano

Empieza con el desarrollo de las flores en el momento de la antesis de las mas precoces hasta la marchitez de las mas tardías, ya sea de un individuo o de la especie considerada en una localidad (Almaguer, 1997). Para el caso del árbol de manzano, carga alrededor de 10,000 flores pero solo basta que del 2 al 4 % de estas lleguen a un buen termino para que la fructificación sea suficiente y se logre una buena producción (Ramírez y Cepeda, 1993); sin embargo McGregor (1976) menciona que con un 5 % se producirá una cosecha comercial.

Dependiendo del tiempo en el que inician su floración los manzanos se consideran como variedades de floración temprana, medía o tardía (figura 1). Se considera que las variedades Golden Delicious y Red Delicious que inician su floración en abril se encuentran dentro de las variedades del tipo de floración media pero a pesar de esto la variedad Red Delicious florece aproximadamente de una a dos semanas antes que la variedad Golden Delicious (Mendoza, 1965).

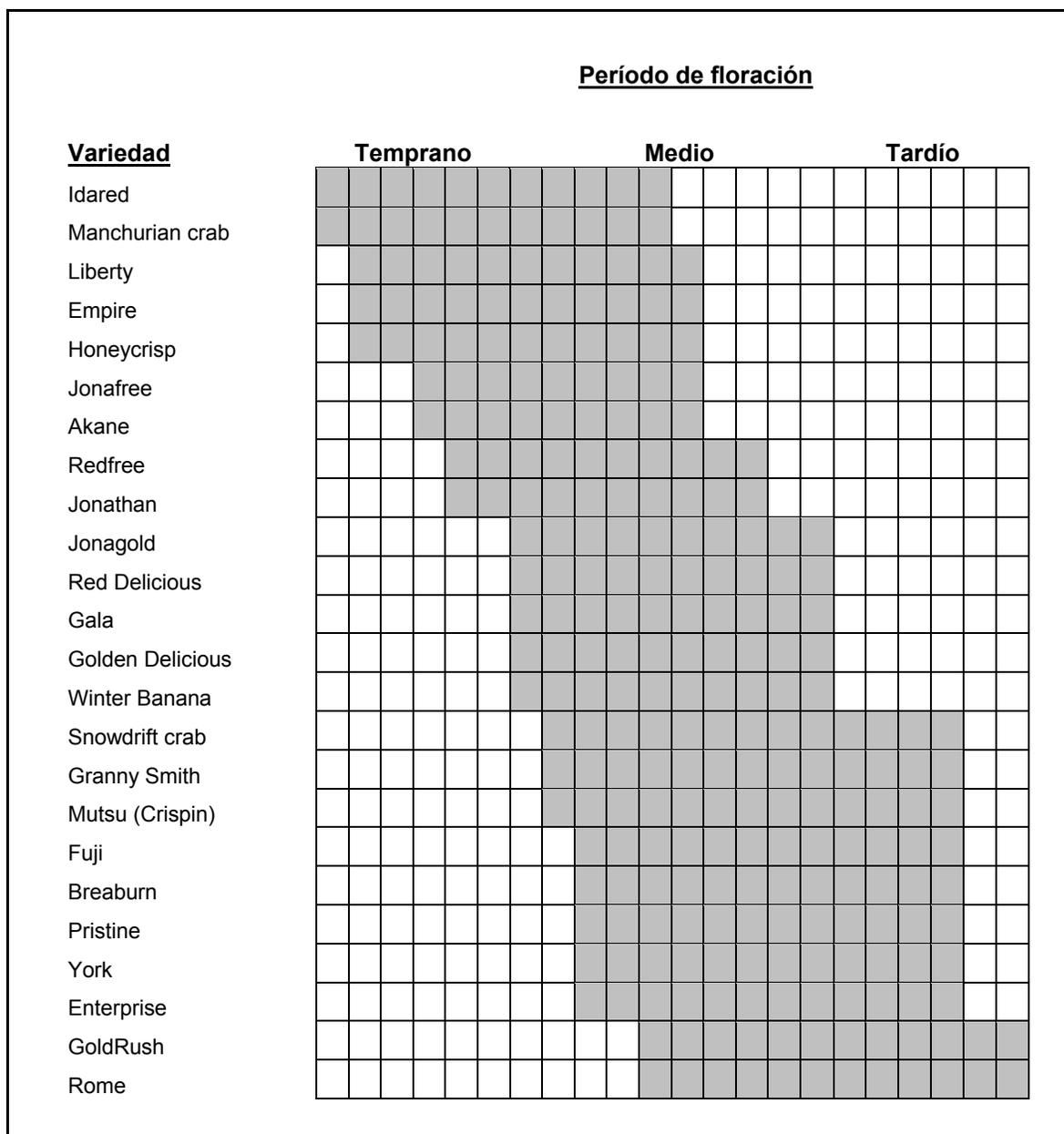


Figura 1. Periodos de floración de las principales variedades de manzano (Wsnla Washington). El área sombreada representa el tiempo de floración (C&O Nursey, 2000).

Polinización del Manzano

La polinización se define como la transferencia de los granos de polen de la antera al estigma (Childers, 1982), cuando el polen se adhiere al estigma, germina

y produce un tubo polínico que crece en dirección al ovario, el gameto masculino se transfiere a través del tubo y se une al gameto femenino (ovocélula) para formar un huevo o cigoto; permitiendo de esta forma el desarrollo del fruto que protege a las semillas (García, et al., 1998). Si dicha transferencia se realiza de la antera al estigma de la misma flor o al de otra flor ubicada en la misma variedad se le conoce como auto-polinización y si la transferencia se realiza al estigma de flores de otras variedades se le denomina polinización cruzada (Childers, 1982).

El manzano es una planta alógama debido a que la mayoría de sus variedades son auto-incompatibles (su propio polen es incapaz de fecundar su pistilo) como la Red Delicious y sus mutantes, Gala, Fuji y otras, que requieren de la polinización cruzada (figura 2.) (polen de otra variedad) para amarrar fruta y de un vehículo polinizador siendo el principal las abejas melíferas (Simó, 2003); incluso las variedades denominadas auto-fértiles como la Golden Delicious, Rome, Wealthy, Baldwin y Jonathan necesitan otra variedad cercana que funcione como fuente de polen ya que ninguna variedad de manzana es lo suficientemente auto-fértil como para ser confiablemente productiva cuando se planta sola (Norton, 2002). Por tal motivo todas las variedades de manzano especialmente la Red Delicious dependen completamente de la sincronización de su floración con la de la variedad donadora de polen para una efectiva polinización y una exitosa fecundación, tales variedades también dependen de una intensiva movilidad de las abejas *Apis mellifera*, que son el mejor polinizador (Dennis, 1979)

La polinización provoca un incremento de la producción (aumento del número de frutos y tamaño de frutos) y el incremento de su diversidad genética. Así mismo provoca un aumento en el número y calidad de frutos cuajados (Simó, 2003). Una cosecha económica de manzana depende de la polinización cruzada acertada (Wilson and Elfving, 2003).

		Variedad polinizada																					
		Lodi	Pristine	Gala	Jonathan	Jonafree	Honeycrisp	Liberty	Empire	Red Delicious	Jonagold	Golden Delicious	Braeburn	Enterprise	Mutsu (crispin)	GoldRush	Winesap	Fuji	Granny Smith	Arkansas Black	Red York	Rome Beauty	
Variedad donadora de polen	Lodi															X				X	X	X	
	Pristine																						
	Gala																						
	Jonathan																						
	Jonafree																						
	Honeycrisp																						
	Liberty																X					X	X
	Empire																						
	Red Delicious																						
	Jonagold	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Golden Delicious																						
	Braeburn																						
	Enterprise																						
	Mutsu (crispin)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	GoldRush																						
	Winesap	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fuji																						
	Granny Smith																						
	Arkansas Black	X																					
	Red York	X																					
	Rome Beauty	X																					

Polinizada por otra variedad para mejores resultados
X Polinizador no satisfactorio

Figura 2. Polinización del manzano. (C&O Nursey, 2000).

Golden Delicious

Algunos autores consideran a esta variedad como parcialmente auto-incompatible o como auto-compatible (Childers, 1973) debido a que bajo excepcionales condiciones fisiológicas y ambientales como la polinización de flores muy jóvenes o muy viejas con una gran cantidad de polen, o cuando existen

temperaturas altas (20 a 25 °C) durante el periodo de floración alcanza amarrar del 3 al 10% al auto-polinizarse, además de que su periodo de polinización efectivo es de 6 días siendo de los mas largos respecto a las demás variedades (Chávez et al., 2005). Sin embargo bajo diferentes condiciones y en huertos donde se encuentra sola esta variedad (sin variedades polinizadoras) los rendimientos tienden a ser bajos (Dennis, 1986) debido a que Golden Delicious bajo condiciones climáticas sub-óptimas se comporta como auto-incompatible ya que al auto-polinizar esta variedad el amarre de fruto fue bajo alcanzando solo un 3% (Schneider et al., 2005); de igual manera Schneider et al., (2001) reportan un 8% de amarre de fruto al auto polinizar Golden Delicious, pero al cruzarlo con Royal Gala, Granny Smith, Jonathan y Top Red el amarre de fruto fue de 35%, 26%, 24% y 18% respectivamente siendo estos buena fuente de polen para Golden Delicious. Por otra parte los bajos rendimientos de las variedades semi-compatibles se pueden evitar al incrementar la densidad de abejas, (Schneider et al., 2005) ya que Golden Delicious requiere de 76 visitas de abejas por flor para lograr un 29.71% de amarre de fruta, una permanencia de fruta superior al 79%, un rendimiento de 2.86 Kg., por tratamiento (Mata et al., 2001 a) y frutos de 103 g con 7.35 semillas, mientras que las flores que no fueron visitadas por las abejas produjeron 0.90 Kg., por tratamiento y frutos de 107 g, y con 3.9 semillas no existiendo diferencia en el peso de la fruta, diámetro ecuatorial y polar pero si en el número de semillas y rendimiento (Mata et al., 2001b); siendo Golden Delicious afectado positivamente por las abejas, en otro trabajo Mata y Mata (2003) reportan un 31.3% de amarre de fruto en las flores que fueron visitadas por las abejas y un 2.7% para las flores que no fueron visitadas además de 0.4 y 4.6 kilogramos por tratamiento respectivamente. De igual manera en los años 2000 y 2001 encontró un 6.6% de amarre de frutos en el tratamiento sin abejas contra 30.6% en el tratamiento con abejas y una retención de 22.8 frutos al momento de la cosecha (Mata, 2004). En otro trabajo similar Cedeño (1999) reporta un 36% de amarre para Golden Delicious en el tratamiento con abejas y un 3% de amarre para el tratamiento sin abejas; así también con lo reportado por Pérez (2004) quien reporta un 46.42 % de amarre al utilizar una colmena por cada 100 árboles. En un

trabajo reportado por Khan y Khan (2004) mencionan que la variedad Golden Delicious fue afectada en el rendimiento al no permitir la entrada de abejas en el periodo de floración ya que en el tratamiento con abejas el rendimiento fue de 133 Kg., y en el de sin abejas fue de 17 Kg., además Mata (2002) reportó que en flores no disponibles a las visitas de abejas se incrementa en un 14.3 % la caída de frutos habiendo menor retención de frutos y con ello menor rendimiento; así como lo reportado por Mata *et al* (2001a) que a menor cantidad de visitas de abejas se generaba hasta un 34 % de caída y el rendimiento se disminuye, de la misma manera Mata (2003) aplicando el raleo manual a un fruto obtuvo de 1.6 a 8.3 % de caída, mientras que en el testigo se incrementa hasta un 41.7 %. Por lo tanto las abejas son responsables de más del 90% del amarre de fruto en manzano (Mata *et al.*, 2001b).

Delicious

Los bajos rendimientos en las variedades Delicious son causados por una completa auto-incompatibilidad (Stern *et al.*, 2001) además de varios factores como el corto periodo efectivo de polinización que es de un día (Chávez, 2005) y la ineficiente polinización cruzada por las abejas (Robinson, 1979) debido a la morfología floral que es caracterizada por un arreglo irregular de los filamentos estaminales alrededor de los nectarios con espacios entre sus bases, permitiendo a las abejas trabajar de lado (*sideworking*). Estos huecos o espacios impiden que las abejas alcancen los nectarios, es por eso que insertan sus partes bucales en medio de los filamentos estaminales y se paran sobre los pétalos mientras colectan néctar y raramente tienen contacto con las anteras o el estigma. La mayoría de las variedades de manzano carecen de estos espacios basales y la mayoría de las abejas colectoras de néctar trabajan de arriba hacia abajo (*topworking*) que consiste en pararse con las patas en los estambres y alcanzar los nectarios con la probocis, y casi siempre teniendo contacto con las anteras y estigmas. En un trabajo de investigación en la variedad Red Delicious encontraron un amarre de fruto del 8% cuando las flores fueron visitadas por abejas

sideworking y cuando fueron visitadas por topworking fue de 25% (Robinson y Fell, 1981). De tal manera que Mayer (1992) recomienda el uso de variedades polinizadoras compatibles con Delicious (Figura 2.) e incrementar el número de colmenas de abejas para amarrar fruta. Ya que Dulta y Verma (1987) mencionan que la variedad Red Delicious cuando hay ausencia de insectos polinizadores como las abejas, el amarre de fruto fue cero. De igual manera Mata (2004) encontró que el rendimiento fue de cero al no permitir la entrada de las abejas a las flores y al permitir la entrada reporta frutos de 107 g., y con 6.45 semillas. En otro trabajo Cedeño (1999) reporta un 35% de amarre de fruto y 2.87 semillas para Red Delicious en el tratamiento con abejas y un 0.2% de amarre y cero semillas para el tratamiento sin abejas. De igual manera Rait et al., (1988) mencionan que el por ciento de amarre de fruto y el rendimiento fueron incrementados al usar abejas durante el periodo de floración de 9.0% a 47.2% y de 1.38 a 4.82 Kg., por tratamiento respectivamente. Por lo tanto la producción de frutos depende totalmente de la polinización cruzada especialmente por las abejas (Stern et al., 2001); además la presencia de abejas incrementa el amarre de frutos, así como el peso y el número de semillas por fruto (Dulta y Verma, 1984).

Millers Sleeding, Discovery y Crawley Beauty

Las flores del manzano de las variedades auto-incompatibles necesitan ser visitadas por insectos para que ocurra una adecuada polinización cruzada ya que el viento no puede transferir suficiente polen compatible. Sin embargo en las variedades auto-compatibles como la Millers Sleeding no necesitan de abejas ni de fuentes de polen para producir un amarre de fruto comercial ya que con la acción del viento y la gravedad es suficiente para transferir el polen de sus anteras a su estigma alcanzando un 29.8% de amarre. En contraste las variedades Discovery y Crawley Beauty el amarre fue de 0% en el tratamiento de sin abejas y sin fuente de polen, pero en el tratamiento con abejas y fuente de polen alcanzaron un 31.5 % de amarre (Free et al., 1974).

Cox's Orange Pippin

Es una variedad considerada completamente auto-estéril con rendimientos bajos que necesita de variedades polinizadoras y de abejas para una producción comercial (Manhart, 1995). Al auto-polinizar esta variedad se encontró que el amarre de fruto fue de 3.5% reflejando la auto-incompatibilidad de esta variedad, pero cuando se cruzó con Greensleeves , Idared, Golden Delicious y Gala el amarre de fruto fue de 30.8%, 29.9%. 27.1% y 18.5% respectivamente. También se ha encontrado que esta variedad es inter-incompatible con otras variedades como la Suntan ya que al polinizarla con Cox's Orange el amarre de fruto fue de 0% y cuando se polinizo Suntan con Golden Delicious el amarre fue de 37.3% (Spiegel-Roy y Alston, 1982).

Polinizadores Crab-apple

Son considerados como una opción más adecuada de polinizadores por su gran capacidad de producir polen y por su amplio periodo de floración. En base al tiempo de floración se clasifican en dos grupos: los de floración temprana que esta formado por Manchurian, Chestnut, Indian Sumer y Red Flesh coincidiendo con la floración de Red Delicious y sus mutantes, Granny Smith, Fuji y Gala; el segundo grupo es de floración tardía formado por Snowdrift, Donald Wyman, Golden Hornet, Simpson 10-35 y Pear Leaf coincidiendo con la floración de Golden Delicious (Chávez et al., 2001). Se ha observado que al interplantar polinizadores Crabapple las variedades de manzano son beneficiadas con la polinización cruzada entre variedades polinizadoras e insectos (Mayer et al., 1989). Tanto Manchurian como Snowdrift son variedades polinizadoras de floración temprana, las cuales pueden traslparse en su floración con Red Delicious y sus mutantes como Red Chief (Dennis, 1996). De igual manera al comparar a Snowdrift y a la polinización abierta como polinizadores de Golden Delicious se encontró un amarre de fruto del 25.6% y del 11.8% respectivamente (Guerrero et al., 2002).

Factores que afectan la polinización

Compatibilidad. El manzano tiene una auto-incompatibilidad representada gametofíticamente que es dominada por un locus multialélico S, ya que cuando son idénticos los locus S las variedades se comportan completamente auto-incompatibles y si uno de los locus es idéntico y el otro diferente se comportan como semi-compatibles y para que las variedades sean completamente compatibles es necesario que sus locus S sean diferentes (Schneider et al., 2005).

Viabilidad del polen. Bajo condiciones de campo a temperaturas moderadas, alta humedad y alta intensidad lumínica, el polen tiene poca longevidad, y normalmente tan solo es viable durante unas horas. Puede permanecer viable durante varios años con humedad e intensidad lumínica baja y a temperaturas inferiores a las de congelación.

Crecimiento del tubo polínico. El tiempo que se requiere para que el crecimiento del tubo polínico llegue al óvulo y lo fertilice, depende de la temperatura, ésta puede monitorearse diariamente cuando el árbol se encuentre en el 50% de floración hasta el 90% de la misma, y así llegar a estimar su crecimiento hasta que alcance el 100% de crecimiento (fecundación), se determinó que la temperatura óptima para el crecimiento del tubo polínico es de 24°C (Westwood, 1982).

Longevidad del óvulo. La longevidad del óvulo es un factor importante que afecta al cuajado de frutos y que, si la fecundación no se produce dentro de un periodo específico, el saco embrionario pierde su viabilidad y la fecundación no puede realizarse aunque tenga lugar la polinización y el crecimiento del tubo polínico. En el manzano, la longevidad del óvulo puede ser de 11 a 12 días a un promedio de temperatura de 11°C (Williams 1966).

Receptividad del estigma. Asegura la rápida germinación del polen y facilita el rápido inicio del crecimiento del tubo polínico a través del estilo. Las papilas

estigmáticas pierden su turbidez de dos a tres días después de la antesis. Las especies frutales que son polinizadas por insectos, secretan sustancias pegajosas en el estigma para asegurar la adhesión del polen y el desarrollo del tubo polínico (Stahly, 1985).

Periodo efectivo de polinización. Es el periodo durante el cual el óvulo es capaz de ser fertilizado menos el tiempo requerido para que el tubo polínico crezca desde el estigma hasta el óvulo (Williams y Wilson, 1970). Los estigmas ya son receptivos en el estado fenológico “botón rosa”, manteniéndose la receptividad hasta tres días después de la apertura flora (Rallo, 1986).

Distribución del polinizador. La colocación de polinizadores cerca de los cultivares a polinizar da lugar a un cuajado de fruto mayor. El polinizador debe ser compatible con la variedad comercial. El periodo de floración del polinizador debería comenzar un poco antes que el cultivar comercial. (Westwood, 1982).

Clima. A medida que la temperatura cae a $-2.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, la formación de hielo dentro de los tejidos de la flor puede causar lesión en la capa superficial del fruto. A los $-2.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ y a temperaturas inferiores, los estilos y óvulos pueden ser destruidos evitando la fecundación. Además las temperaturas por debajo de los $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ pueden hacer que el polen no germine y que por debajo de los $10.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ el crecimiento del tubo polínico sea lento (Norton, 2002).

Actividad de las abejas. Aproximadamente entre el 20 y 25% de las abejas colectoras en manzano colectan polen y entre el 75 y 80% colectan néctar (Rallo, 1986). Por lo tanto las abejas que colectan néctar no ayudan en la polinización ya que las flores tienen los filamentos de los estambres en forma vertical separados por aberturas suficientemente amplias para permitir que la abeja extraiga néctar sin tocar los estigmas (sideworking). Otros tipos de comportamiento son “trabajan desde arriba o por encima” (topworking) y

“dispersando los filamentos” (dispersoras) ayudando estas en la polinización (Robinson, 1979).

Polinización Entomófila

Todas las plantas con flores llamativas son polinizadas por insectos. Los cerezos, ciruelos, manzanos, perales, duraznos y nectarinas son polinizados por insectos, principalmente abejas (Westwood, 1982). Es por eso que los insectos constituyen uno de los más importantes medios de traslado del polen en las plantas. Hay dos tipos generales o grupos: el silvestre y el doméstico. El tipo silvestre incluye todas las abejas silvestres: abeja melífera, avispa, abejorro y otros insectos que ordinariamente visitan las flores para recoger néctar y polen. En el doméstico encontramos a la abeja melífera que es la más importante en la polinización del manzano (Schneider y Scarborough, 1971). Sin embargo existen otros agentes que ayudan a transportar el polen de las plantas como lo es el agua, los pájaros, murciélagos, colibríes, el hombre, etc., pero es muy limitada, sin embargo las características físicas del polen del manzano, que lo hacen pesado y pegajoso limita la acción del viento como un vector eficaz para este cultivo, dependiendo casi en su totalidad de los insectos para ser transportado de un lado a otro (Álvarez, 1983).

Polinización Apícola

La abeja melífera es el insecto de mayor utilidad para el hombre, como ejemplo en los Estados Unidos 4 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 obtienen 10 veces ese valor en la producción de los cultivos (Reyes y Cano, 2003). Childers (1982) menciona que debido a la importancia que presentan las abejas en la polinización cruzada algunos fruticultores acostumbran colocar dichos insectos en sus huertos uno o más días antes del período de floración. De igual manera Mayer (1992) reporta que los

fruticultores de manzana del estado de Washington introducen colonias de abejas a sus huertos para una buena polinización desde 1926; ya que el amarre de fruto del manzano depende de la polinización cruzada entre variedades plantadas, y las abejas son el principal vector y el mas eficaz al llevar acabo la polinización (Free et al., 1974).

Las abejas y las plantas tienen una especial relación ya que cada uno depende de los beneficios del otro. La floración de las plantas provee de comida a las abejas, y en cambio, las abejas proporcionan polinización para la mayoría de las plantas, haciendo posible su reproducción. La importancia de la abeja como agente polinizador en cultivos agrícolas es reconocida para numerosas especies, principalmente de hortalizas y frutales; dentro de las hortalizas podrían destacarse calabaza, sandía, cebolla, melón, coliflor, zanahoria, etc., y algunas especies frutales como ciruelo, durazno y manzana (Macías, 2001) logrando altos rendimientos y fruta de buena calidad (Rallo, 1986).

Actividad Pecoreadora

Atracción floral. Los tres componentes bioquímicos más importantes en la identificación floral son el olor, color y el valor nutritivo del néctar y polen, cuando la abeja se aproxima a las plantas en floración el primer estímulo que recibe y que indica una recompensa es el olor. La abeja detecta los olores con sus antenas y no responde a estímulos odoríferos sin ellas, las acopiadoras que buscan una fuente de alimento por primera vez se guían por el olor. Las plantas liberan sus aromas en las horas y temperaturas a los que sus polinizadores son más activos; los aromas están compuestos por alcoholes alifáticos, cetonas o ésteres que se originan en pétalos hojas o flores. El color de la flor resulta de la reflexión y refracción de la luz en la superficie de las células de las plantas, las abejas son atraídas por las flores que se ven azules o amarillas a los ojos humanos, ellas distinguen diferencias en la absorción en la región ultravioleta del espectro y son muy sensibles a la absorción intensa del espectro ultravioleta. Además del olor y el

color, la forma de los pétalos de la flor es una importante identificación para la abeja, las flores con marcadas formas son más estimulantes que aquellas con bordes lisos. Una vez que la abeja se posa en la flor, recibe orientación adicional al néctar por el color y el olor de los pétalos que crean una especie de camino hacia él.

El clima y la actividad pecoreadora. Los factores climáticos más importantes que influyen en el vuelo de las abejas son la temperatura y la radiación solar, las abejas no volarán si la temperatura está debajo de los 9 °C, ya que el vuelo y la temperatura están correlacionados linealmente en el rango de 14-22 °C es decir, de los catorce grados la actividad de abejas es creciente hasta los 22 °C. Aun cuando existan temperaturas adecuadas, las abejas no volarán si no hay suficiente luz; las abejas vuelan en días nublados, pues su visión es con el espectro ultravioleta, y este atraviesa las nubes aunque tienen tendencia a permanecer cerca de la colmena en la mañana y en la tarde, ya que la actividad de vuelo se correlaciona con la radiación solar; por ejemplo cuando el sol se halla en el zenit (12 del día) se reportan disminuciones en la actividad pecoreadora (Reyes y Cano, 2003); y en estudios realizados por Conner (2003) se encontró que en los cultivos de Pera y Manzana el periodo ideal de vuelo de las abejas se restringe a menudo en algunas horas del día, quizás a partir de las 10:00 a las 15:00 horas. Otro factor importante es la humedad del ambiente y el viento ya que al aumentar estos factores la actividad pecoreadora se disminuye. Las abejas vuelan a 22 kilómetros por hora y cuando la velocidad del viento es igual o mayor afectan adversamente su velocidad, por lo tanto a velocidades de viento entre 14 y 32 kilómetros por hora la actividad pecoreadora disminuye o cesa por completo, en el caso de huertos de manzano la actividad polinizadora disminuye con velocidades del viento de 11 kilómetros por hora. (Reyes y Cano, 2003). Sin embargo las abejas melíferas pueden volar hasta 13.5 kilómetros con una duración que va de 15 a 106 minutos por viaje (Richards, y Kevan, 2002); sin embargo Reyes y Cano (2003) mencionan que pueden volar solamente 8 kilómetros de distancia en la búsqueda del alimento, pero mayores distancias

significa menores visitas a las flores durante el día, por lo que la cercanía del huerto debe ser la mayor posible.

El néctar, el polen y la actividad pecoreadora. La razón por la que las abejas visitan las flores, es la recolección de polen y néctar para llenar los requerimientos alimenticios de la colmena. Las plantas que producen frutos, el néctar no tiene otra función de ser que atraer a los polinizadores, ya sean abejas u otros animales (Reyes y Cano, 2003). Una abeja transporta alrededor de 100,000 granos de polen en su cuerpo y visita de 10 a 15 flores por minuto y cerca de 5000 flores por día (Way, 1999). Los granos de polen del manzano y de la mayoría de los frutales se asemejan a diminutas partículas amarillas de polvo, son redondeados o groseramente triangulares, con un diámetro de 25 micras. Cada antera contiene cerca de 3.5 gramos de polen y dado que en una flor hay 20 estambres, habrá mas de 70 gramos de ellos por flor. El polen del manzano es pegajoso y se adhiere al cuerpo piloso de la abeja a medida que visita las flores en busca de néctar. Dicho insecto, al visitar una flor y luego otras en forma sucesiva, al frotar su cuerpo, va dejando polen sobre los estigmas y a su vez toma polen adicional, provocando la auto-polinización o polinización cruzada (Childers, 1982). Dependiendo de la disponibilidad de pecoreo en una colmena una proporción del 5 al 35% de las pecoreadoras son exploradoras cuyo papel es localizar fuentes de alimento no explotadas (Reyes y Cano, 2003). La proporción de abejas cosechadoras de polen y néctar es variable ya que depende de la necesidad de la colmena, en manzano se ha observado que el 80% de las abejas cosechan néctar y el 20% polen. Las abejas cosechadoras de polen se posan en la parte alta de los estambres tocando los estigmas y realizando la polinización, aunque las abejas melíferas que recolectan el néctar de algunas variedades de manzana no tocan los estigmas y por lo tanto no hay polinización (Mayer *et al*, 1985).

Introducción y distribución de colmenas de abejas en los huertos

Las colmenas deben ser colocadas en la huerta cuando las flores comiencen a

abrir (a un 20% de flores abiertas). Las colmenas deben de estar ubicadas en grupos de 4 a 12, ya que en forma individual tienden a pecorear en uno o dos árboles a diferencia que cuando se colocan en grupos en donde las abejas pecorean mayor cantidad de árboles debido a la competencia que existe ya que una abeja al ser disturbada o molestada por otra abeja hace que cambie a otra flor, a otro árbol y de esta manera se extiende el área de pecoreo; a 100 yardas de retirado, preferiblemente con la parte frontal orientada hacia la salida del sol, para que temprano las caliente y estimule el vuelo de las abejas (Westwood, 1982; Mayer, 1997), ya que las colmenas que queden en lugares soleados la actividad de vuelo de las abejas será 50% superior a aquellas colmenas sombreadas (Norton, 2002).

La fuerza de la colmena es importante, ya que se refiere a la cantidad de abejas que hay dentro de ella, una colmena de mediana fortaleza contiene de 15,000 a 20,000 abejas (Childers, 1982). Para que una colmena sea fuerte deben entrar a la colmena de 75 a 100 abejas por minuto (18.3 °C y vientos menores a 16 kilómetros por hora) y en los árboles de manzano deben existir de 20 a 25 abejas pecoreando. Una colmena fuerte tiene una abeja reina y seis bastidores cubiertos de abejas y dado que las larvas se alimentan de polen hace que entre mas larvas existan inducen a que mas abejas cosechadoras de polen existan y por ende es mas eficiente la polinización ya que las cosechadoras de polen tocan a los estigmas a diferencia de las cosechadoras de néctar que se posan en los pétalos y no realizan la polinización (Mayer, 1992). De tal manera se recomienda colocar en los huertos de manzano hasta cinco colmenas por hectárea para alcanzar un alto amarre de fruto (Mayer et al., 1985); ya que el manzano necesita solo el 5% de amarre de fruto para tener una cosecha comercial (Westwood, 1982).

MATERIALES Y METODOS

Localización del sitio experimental

El presente trabajo de investigación fue realizado durante los ciclos productivos primavera-verano de los años 2004 y 2005, en la región manzanera de Cuauhtémoc y Cusihuirachi, Chihuahua (Cuadro 1.), en 5 huertos de productores cooperantes.

Cuadro 1. Características y localización de las regiones manzaneras.

Municipio	Localidad	Localización Geográfica	msnm
Cuauhtémoc	Cuauhtémoc	28° 24'28" latitud norte 106° 52'00" longitud oeste	2010
Cusihuirachi	La Capilla	28° 07'00" latitud norte 106° 56'25" longitud oeste	2181

Clima

La región de Cuauhtémoc y Cusihuirachi , Chih., presentan una clasificación climática según Köppen modificada por García (1973) BS₁ Kw(w) (e') que corresponde a un clima semi-seco templado con lluvias en verano, precipitación invernal menor del cinco por ciento, muy extremo con oscilación anual de 15 °C., además un período libre de heladas de 208 días y una

precipitación media anual de 450 mm.; una temperatura máxima de 39° C y una mínima de -12.3° C., con una humedad relativa del 65% y un promedio de 65 días de lluvia. El viento dominante es del suroeste.

Descripción del material experimental

Descripción de la variedad Golden Delicious

La variedad original “Golden Delicious” fue descubierta en 1890 por Anderson H. Mullins en Winfield, condado de Clay (West Virginia E.U.A), procedente de una semilla probablemente originaria del cruzamiento natural de “Golden Reineta” x “Grimes Golden”. En 1916, los viveristas Stark Bro’s de Louisiana iniciaron la multiplicación comercial de esta variedad. Dadas las excelentes características del árbol y del fruto (producción elevada, y regular, coloración de un amarillo atractivo, gran calibre, buena calidad gustativa y larga conservación) rápidamente se convirtió en la variedad más popular en todo el mundo. La difusión a escala comercial de esta variedad se inicio hacia 1920, y adquirió su máxima expansión entre 1960 y 1970. A escala mundial, las variedades del grupo “Golden” son las más producidas, seguidas por las “Red Delicious” y “Fuji”. El árbol presenta un vigor medio, con facilidad para ramificar, de fructificación abundante a muy abundante, su ramaje es largo, delgado, color verde con poco de marrón. Los ángulos de inserción de las ramas son bastante abiertos. El fruto varía de un color verde-amarillo a amarillo dorado a medida que madura y, a veces, puede presentar una cara ligeramente rosada, también presenta lenticelas muy marcadas de color pardo, rugosas, que en situaciones favorables están envueltas por un roseteado muy característico (*russetting* lenticular). El calibre o tamaño va de mediano a grande, la forma es troncocónica, mas redondeada en situaciones de llanura y más alargada en zonas de montaña.

Presenta una cutícula muy fina, con lo cual los frutos resultan muy sensibles a las manipulaciones. La carne es de textura fina, jugosa, de color blanco, dulce, ligeramente acidulada y aromática.

Descripción de las variedades tipo Delicious

La variedad origen de este grupo “Delicious” fue descubierta en el año 1879 en los Estados Unidos, y desde entonces ha dado lugar a más de 200 mutaciones, tanto del árbol (tipo spurs) como del fruto (mutantes con más color), de las cuales se cultivan unas 100. Solamente unas 10 tienen una difusión importante en todo el mundo. Este grupo es actualmente el segundo en importancia a escala mundial, después de “Golden Delicious”. A partir de las importantes diferencias en el tipo de fructificación y en el hábito de crecimiento del árbol, los diferentes mutantes pueden agruparse en mutantes estándar que son árboles de vigor medio-alto, y mutantes spur que son árboles de vigor débil o muy débil. El fruto es de color rojo, de intensidad variable, liso, semiestriado o estriado según los mutantes. El calibre es de mediano a grande según los mutantes, y bastante homogéneo. La pulpa de color blanco, medianamente jugosa y con buena aptitud para las manipulaciones. El tipo de fructificación de los mutantes estándar es muy similar al de “Golden Delicious”, aunque el porte es más erecto. La entrada en producción es más lenta que en ésta, y más irregular a lo largo de los años, ya que estos mutantes son más sensibles a las heladas y más exigentes en cuanto a clima. Los mutantes “spur” entran más rápidamente en producción que los estándar, y su floración es más agrupada, cosa que los hace más sensible a las heladas y polinizaciones deficientes. La época de floración es anticipada entre dos y cuatro días respecto a “Golden Delicious” con un período de floración más corto, especialmente para las mutaciones “spur”. Dentro de las principales variedades podemos encontrar a Red Delicious, Starking Delicious, Topred Delicious, Red Chief, Super Chief, Starkrimson, entre otras.

Red Delicious:

Obtenida a partir de un rebrote de un portainjerto procedente de semilla en Perú (Iowa, Estados Unidos). El árbol es de porte alto y con gran vigor, de floración abundante floreciendo de 8 a 10 días antes que Golden Delicious y de 155 a 160 días de flor a cosecha. El fruto es de buena calidad gustativa de color rojo uniforme sobre $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ de la superficie, con estrías poco aparentes y en ocasiones puede existir falta de color en las partes interiores del árbol.

Red Chief:

Mutación gemaria de Starkrimson obtenida por F. Campbell en Estados Unidos. El árbol es un mutante tipo "spur" de poco vigor. Su floración es abundante floreciendo de 5 a 8 días antes que el Golden Delicious, teniendo 145 días de flor a cosecha (segunda semana de agosto). El color del fruto es intenso sobre casi todo el fruto, con estrías aparentes solamente en la cara menos coloreada y en años menos favorables a la coloración. El árbol es de vigor débil o muy débil.

Starkrimson:

Mutación de Starking Delicious descubierta en el año 1952 en Estados Unidos por R.A. Bisbee. El árbol es de tipo "spur" de bajo vigor. Su floración es abundante y su época de floración de 5 a 8 días antes que el Golden Delicious, con 155 días de flor a cosecha. Su fruto es de color rojo uniforme sobre $\frac{3}{4}$ a $\frac{4}{4}$ de la superficie alcanzando tamaños de grande a muy grande. Su época de cosecha corresponde a la primera semana de Septiembre. El árbol es de vigor medio alto (IRTA, 2000).

Descripción de la abeja melífera

La abeja *Apis mellífera* es un insecto que pertenece al orden de los Himenópteros, a la familia Apidae y al género *Apis*; también conocida como abeja de miel o abeja social, es reconocida como el insecto más valioso desde el

punto de vista económico, ya que además que produce miel y cera es el principal insecto polinizador de los cultivos.

Es un insecto social ya que sólo puede sobrevivir como miembro de una comunidad, llamada colonia, nido o colmena. Esta comunidad está compuesta por tres individuos diferentes: la reina (hembra), el zángano (macho) y las obreras (hembras estériles).

Este insecto como tal, tiene su cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza se encuentran los ojos (simples y compuestos) que abarcan casi los 360° por lo que le prácticamente le permite ver en todas direcciones, además que están dotados de una visión cromática; las antenas están provistas de pelos sensitivos táctiles que le ayudan a examinar toda clase de objetos; y el aparato bucal que es utilizado para abrir las anteras de las flores, amasar la cera y construir panales, ya que las mandíbulas son robustas y potentes, su trompa está formada por cierto número de piezas que corresponden a las maxilas de los insectos mordedores y que, en este caso, están adaptadas para realizar la función de lengua succionadora, con la que extraen el néctar de las flores, ya que está rodeada por los palpos labiales. Las maxilas y los palpos, cuando se unen, forman una especie de tubo que sirve para la aspiración del néctar, actuando la lengua como émbolo en el interior del mismo. El tórax considerado evidentemente como el centro locomotor de la abeja, en su interior se encuentra la musculatura correspondiente a las alas y patas, así como a la parte del sistema respiratorio. Las alas que poseen son membranosas y están surcadas por nervaduras. Sus seis patas son una herramienta de trabajo muy perfeccionada. Cada pata está dividida en cinco partes principales: la coxa o cadera en la base, el trocanter articulado o la cadera y fijo al fémur, que a su vez se articula a la tibia y el tarso donde se localizan cinco artejos y, en su extremo, entre un par de uñas ganchudas, una especie de ventosa que le permite el desplazamiento por lugares en los que el insecto no puede fijar sus garfios. En las patas del primer par se

encuentra el peine, una serie de pelos rígidos que las abejas usan para limpiar sus antenas de polen. Las patas posteriores de las obreras son mayores y están dotadas de un dispositivo especial para la recolección y transporte del polen llamado cesta de polen. El abdomen contiene el buche, una especie de reserva donde la abeja acumula el néctar, la miel y el agua, que puede luego expulsar conforme a sus necesidades. Sus dos pares de alas membranosas ofrecen menor resistencia al aire y le permiten volar en todos los sentidos, hacia delante, hacia atrás, y sobre los lados, son poderosos ventiladores que producen unos sonidos particulares para comunicarse.

Descripción de los tratamientos

Los tratamientos se establecieron en cinco árboles (repeticiones) de similar vigor para cada variedad de manzana (cuadro 2) y manejo (cuadro 3) y bajo las condiciones meteorológicas como se muestran en los cuadros 1 A, 2 A, 3 A, 4 A, 5 A y 6 A. Las variedades Golden Delicious y Starkrimson fueron analizadas en los años 2004 y 2005; Red Chief en el 2004 y Red Delicious en el 2005; sin embargo la variedad Starkrimson fue analizada en dos huertos Starkrimson I (2004) y Starkrimson II (2005) debido a que en el 2005 se presentaron problemas de heladas tardías durante el periodo de floración por tal motivo se utilizó otro huerto que no sufrió daños por heladas ya que contaba con retraso de floración.

Tratamiento 1. (Sin Abejas)

Para este tratamiento se seleccionó una rama por árbol y se etiquetaron 25 yemas florales las cuales fueron cubiertas con tela “tul” antes de que abrieran las flores (botón rojo), de tal manera que las abejas no pudieran entrar a visitar las flores de seleccionadas y etiquetadas. El presente tratamiento permaneció cerrado durante todo el periodo de floración del manzano en todas las variedades evaluadas y se retiró la tela “tul” al término de la floración (después de caída de pétalos).

Tratamiento 2. (Con Abejas)

En este tratamiento de igual manera se seleccionó una rama por árbol con 25 yemas florales etiquetándose y dejándose sin cubrir para que sus flores fueran visitadas libremente por las abejas durante todo el periodo de floración. Las colmenas de abejas fueron introducidas cuando existió un 10% de flores abiertas con una densidad desde 2.0 a 4.4 colmenas por hectárea (cuadro 1.).

Para los dos tratamientos se cuantifico el número de flores de las 25 yemas florales. Este dato se utilizó para obtener el por ciento de amarre de fruto.

Cuadro 2. Características de los diferentes sitios experimentales.

Huerto	Edad (Años)	Distancia (m)	Árboles/ha	Superficie (has.)	Colmenas	Colmenas/ ha.
Golden Delicious	24	6 x 6	308	6.5	16	2.5
Red Delicious	23	6 x 4	444	2.7	12	4.4
Red Chief	9	5 x 4	500	2.0	3	1.5
Starkrimson I	30	5 x 5	400	3.5	9	2.6
Starkrimson II	30	5 x 4	300	20	4	2

Diseño y modelo estadístico

Se utilizo un diseño de Bloques al Azar y se analizó en el programa SAS/STAT versión 8.0 con 2 tratamientos y 5 repeticiones por huerto. El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \gamma_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2 \dots r$$

$$j = 1, 2 \dots r$$

Donde:

μ = Efecto de la media general

γ_i = Efecto del tratamiento "i"

β_j = Efecto del bloque "j"

ε_{ij} = Efecto del error experimental

Variables evaluadas

Por ciento de Amarre de fruta

Este fue determinado a 30 días después de caída de pétalos para los dos tratamientos, realizándose la lectura el día 25 y 20 de mayo para el año 2004 y 2005 respectivamente, contando el número de frutos presentes en relación a las flores iniciales, obteniendo así el porcentaje mediante la formula siguiente:

$$\text{Por ciento de amarre de fruta} = \frac{\text{Número de frutos}}{\text{Número de flores}} \times 100$$

Retención de fruta

Fue determinada mediante 3 lecturas desde el amarre de fruto hasta la cosecha realizadas el 25 de mayo, 22 de julio y 16 de septiembre (cosecha) para

el año 2004 y para el año 2005 se determinó mediante 5 lecturas realizadas cada mes a partir del 20 de mayo, 22 de junio, 22 de julio, 22 de agosto y 16 de septiembre (cosecha) mediante conteo de frutos, reportándose como número de frutos.

Caída de frutos

Esta variable se determinó mediante el número de frutos caídos y el número de frutos presentes mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Por ciento de caída} = \frac{\text{Número de frutos caídos} \times 100}{\text{Número de frutos amarrados}}$$

Rendimiento

Se determinó al momento de la cosecha (18 de Agosto para la variedad Red Chief y el 14 de Septiembre para Golden Delicious y Starkrimson del año 2004 y el 16 de Septiembre del 2005 para todas las variedades) pesando los frutos que se cosecharon en cada tratamiento en una báscula digital y se reportaron en kilogramos por tratamiento.

Diámetro ecuatorial y polar del fruto

A cada fruto cosechado se le midió el diámetro polar y ecuatorial con un vernier, reportándose en centímetros.

Peso promedio del fruto

Se obtuvo mediante el peso total de los frutos de cada tratamiento dividiéndose entre el número de frutos obtenidos, reportándose en peso promedio en gramos.

Número de Semillas

Cada fruto de cada tratamiento se partió con una navaja a la mitad y se contó el número de semillas de cada tratamiento dividido entre el número de frutos, obteniendo así el número de semillas por fruto.

Calibre del fruto

Se midió a cada fruto el diámetro ecuatorial con un checador de calibres de manzana reportándose como número de manzanas por caja.

Análisis estadístico

Se realizó el ANVA para cada una de las variables (excepto el calibre de fruto), para las variables con significancia estadística se utilizó la prueba de rango múltiple de tukey ($p \leq 0.01$) y ($p \leq 0.05$) utilizando el programa SAS versión 8.0 (SAS, Institute, 1998).

Se utilizó la transformación \sqrt{x} para las variables por ciento de amarre y por ciento de caída de fruta ya que son variables discontinuas, también se utilizó la transformación $\sqrt{X+1}$ en todas las variables de las variedades Red Delicious, Red Chief y Starkrimson ya que en algunas de sus repeticiones del tratamiento “Sin Abejas” no produjeron fruta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por Ciento de Amarre de Fruta

Por ser una variable discontinua se utilizó la transformación \sqrt{x} en la variedad Golden Delicious y la transformación $\sqrt{X+1}$ en las variedades Starkrimson, Red Chief y Red Delicious debido a que algunas de sus repeticiones del tratamiento “Sin Abejas” no produjeron fruta, de tal manera que el tratamiento “Con Abejas” logró el mayor porcentaje de amarre de fruto en todas las variedades en comparación al tratamiento “Sin Abejas”.

Golden Delicious y Starkrimson 2004-2005

En los cuadros 7 A y 17 A se presentan los análisis de varianza para el porcentaje de amarre de fruta de las variedades Golden Delicious y Starkrimson respectivamente. En el tratamiento “Con Abejas” la variedad Golden Delicious logra el mayor porcentaje de amarre de fruto (52.33%) comparado con el tratamiento “Sin Abejas” con 21.30% (Figura 3) coincidiendo con los valores de 31.3% y 46.42% de amarre obtenidos por Mata (2003) y Pérez (2004) al igual que la variedad Starkrimson que reafirma que el tratamiento “Con Abejas” es el más sobresaliente asegurando un buen amarre con el 14.53%, ya que el tratamiento “Sin Abejas” sólo logró 1.65% (Figura 3) debido a su problema de auto-incompatibilidad y a la falta de polinización cruzada, como lo menciona Free et al., (1974). Es importante mencionar que la variedad Starkrimson fue afectada por la presencia de heladas tardías durante el periodo de floración (Cuadros 1 A, 2 A 5 A y 6 A) ya que cuando se encontraba en botón rojo y plena floración se presentaron heladas de hasta -5.1 °C y -4.0 °C respectivamente.

Red Chief (2004) y Red Delicious (2005)

En los cuadros 26 A y 35 A se presentan los análisis de varianza para el porcentaje de amarre de fruta de las variedades Red Chief y Red Delicious donde

obtuvieron 37.1% y 12% de amarre de fruto respectivamente siendo las variedades más sensibles a la falta de abejas ya que en el tratamiento “Sin Abejas” el valor obtenido fue de 0.6% y 0% respectivamente (Figura 3), debido a la ausencia de insectos polinizadores como las abejas (Dulta y Verma, 1987) y a la completa auto-incompatibilidad que presentan (Stern et al., 2001). Los valores obtenidos de 37.1% y 12% en el tratamiento “Con abejas” aseguran un buen rendimiento al momento de la cosecha coincidiendo con los valores obtenidos por Cedeño (1999) donde reporta un 35% de amarre de fruto para Red Delicious en el tratamiento con abejas y un 0.2% de amarre el tratamiento sin abejas, sin embargo la gran diferencia presentada en el amarre de fruto de Red Chief y Red Delicious es por fuertes problemas de heladas tardías durante el periodo de floración (cuadros 3 A y 4 A) ya que cuando se encontraba en botón rojo y plena floración se presentaron heladas de hasta $-4.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $-3.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ respectivamente.

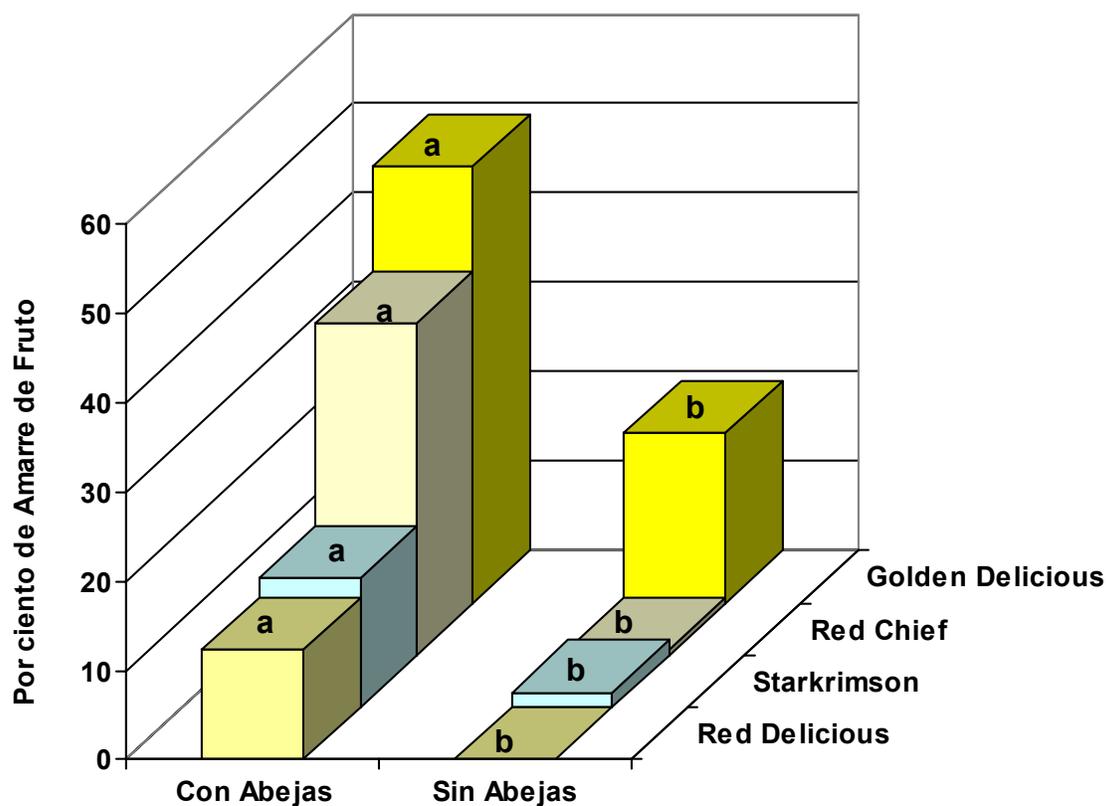


Figura 3. Por ciento de amarre de frutos en los tratamientos “Con abejas” y “Sin abejas” de los años 2004 y 2005.

Retención de fruta

Se utilizó la transformación $\sqrt{X+1}$ en las variedades Starkrimson, Red Chief y Red Delicious debido a que algunas de sus repeticiones del tratamiento “Sin Abejas” no produjeron fruta, y el tratamiento “Con Abejas” mostró el mayor número de frutos al momento de la cosecha en todas las variedades en comparación al tratamiento “Sin Abejas”.

Golden Delicious y Starkrimson 2004-2005

En los cuadros 8 A, 9 A, 10 A, (Golden Delicious) 18 A, 19 A y 20 A (Starkrimson) se presentan los análisis de varianza para retención (número de frutos) para los diferentes meses (mayo, julio y septiembre). El tratamiento “Con Abejas” mostró el mayor número de frutos al momento de la cosecha (septiembre) con 18.50 frutos en la variedad Golden Delicious (Cuadro 4) coincidiendo con los valores de 22.8 frutos obtenidos por Mata (2004). La variedad Starkrimson produjo 10.95 frutos en comparación al testigo con 1.7 frutos (Figura 4).

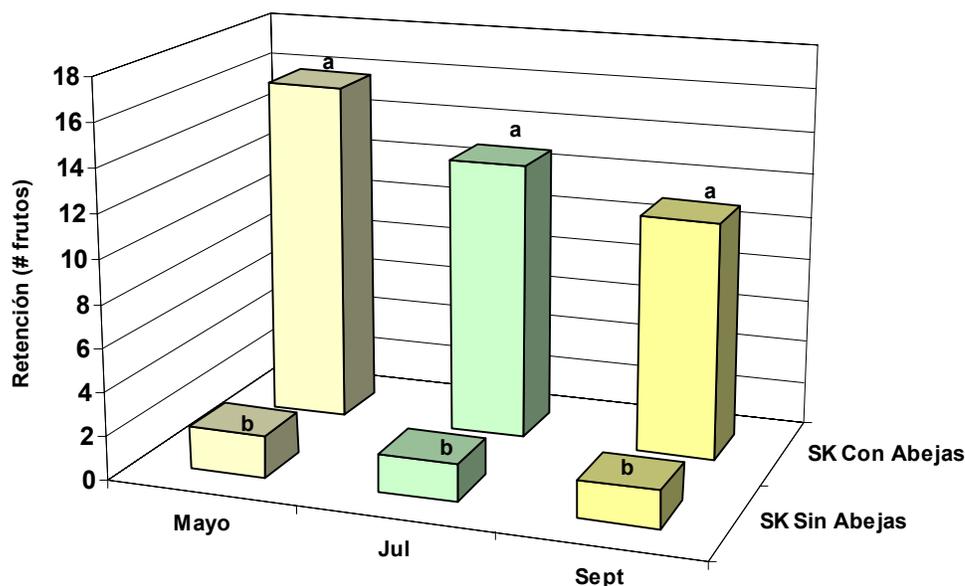


Figura 4. Retención de fruta (número de frutos) en la variedad Starkrimson (SK) en los años 2004 y 2005.

Red Chief (2004)

En los cuadros 27 A, 28 A, 29 A, se presentan los análisis de varianza del número de frutos de la variedad Red Chief para las diferentes fechas (25 mayo, 22 julio y 16 septiembre). El tratamiento “Con Abejas” mostró el mayor número de frutos al momento de la cosecha (16 de septiembre) con 22.8 frutos (Figura 5) y 51.24% de retención de fruta, sin embargo el porcentaje de retención en el tratamiento “Sin Abejas” fue del 100% debido a que produjo 0.8 frutos.

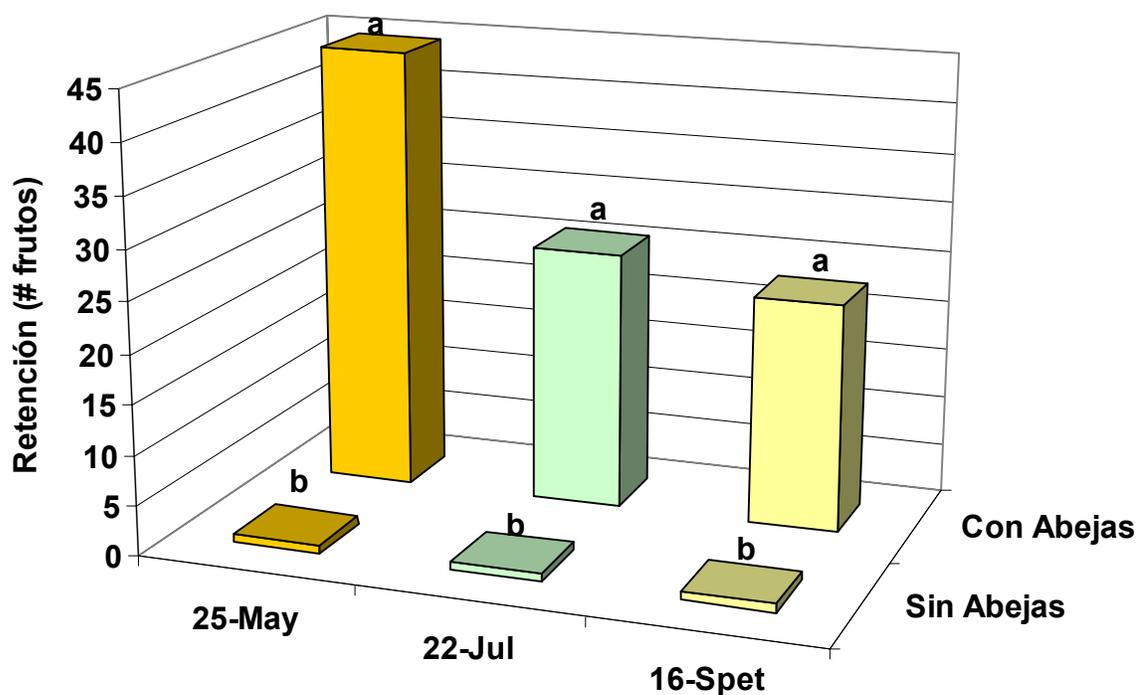


Figura 5. Retención de fruta (número de frutos) en la variedad Red Chief en el año 2004.

Red Delicious 2005

En los cuadros 36 A, 37 A, 38 A, 39 A y 40 A se presentan los análisis de varianza del número de frutos de la variedad Red Delicious para las diferentes

fechas (15 mayo, 22 junio, 22 julio, 22 agosto y 16 septiembre). El tratamiento “Con Abejas” mostró el mayor número de frutos al momento de la cosecha (16 de septiembre) con 11.8 frutos (Figura 6) con un 93.65% de retención de fruta comparado con el tratamiento “Sin Abejas” que no produjo fruta coincidiendo con Mata (2004) donde menciona que el rendimiento fue de cero al no permitir la entrada de las abejas a las flores. El bajo valor de 11.8 frutos fue debido a las intensas heladas tardías (Cuadro 4 A) que se presentaron durante el periodo de floración.

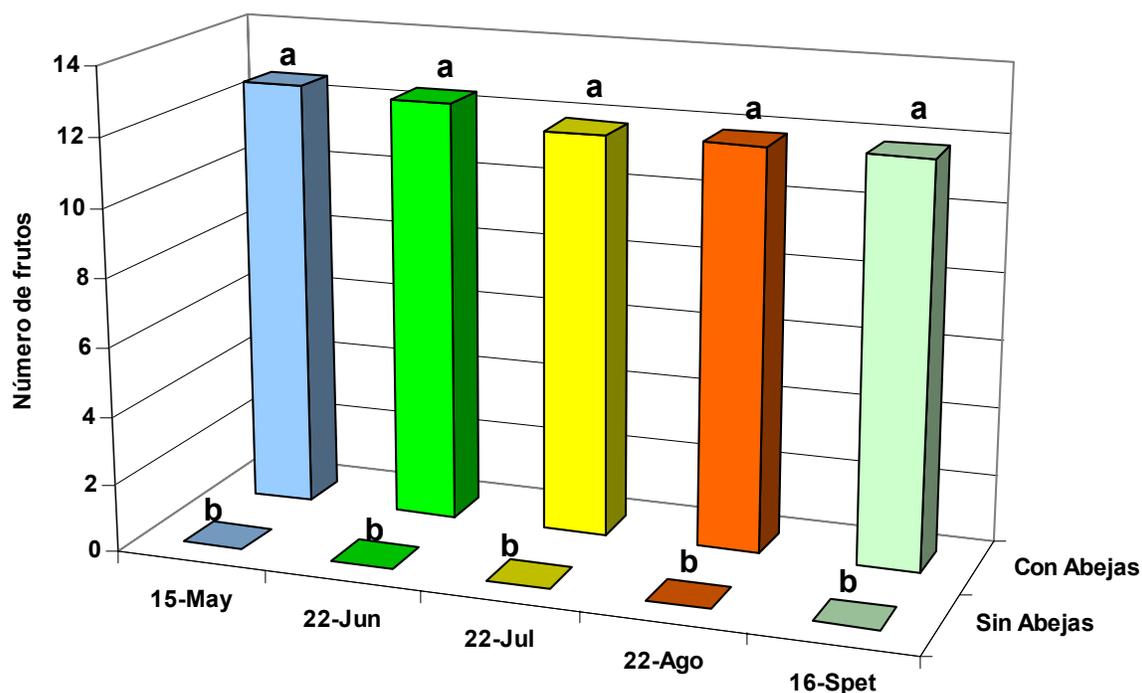


Figura 6. Retención de fruta (número de frutos) en la variedad Red Delicious en el año 2005.

Caída de frutos

Sólo fue realizado el análisis de varianza para la variedad Golden Delicious (Cuadro 11 A) ya que no se pudo calcular para las demás variedades debido a

que no produjeron fruta en algunas de sus repeticiones en el tratamiento “Sin Abejas”; no existió diferencia estadística entre los dos tratamientos ya que el porcentaje de caída de fruta fue similar (Cuadro 4), debido a que en el tratamiento “Con Abejas” existió mayor cantidad de frutos y por lo tanto mayor competencia por espacio y nutrimentos lo que originó una caída del 59.14% comparado con el tratamiento “Sin Abejas” que obtuvo una caída de 53.8%. Los dos porcentajes son altos sin embargo uno es causado por la falta de raleo (tratamiento “Con Abejas”) y el otro es causado por la falta de polinización (tratamiento “Sin Abejas”) ya que en este tratamiento existían 21.3 frutos en el mes de mayo y sólo llegaron 5.9 frutos a la cosecha (septiembre). Coincidiendo con Mata (2003) que menciona que la caída de los frutos se incrementará hasta en un 41.7% cuando no realizamos la práctica de raleo y que a menor cantidad de visitas de abejas se obtiene hasta un 34 % de caída (Mata *et al* 2001a).

Cuadro 4. Número de frutos y su por ciento de retención-caída en los años 2004 y 2005 de la variedad Golden Delicious.

Tratamientos	Meses de los años 2004 y 2005			% Fruta	
	Mayo	Julio	Septiembre	Retención	Caída
Con Abejas	52.33 a	19.10 a	18.50 a	40.86 %	59.14 % a
Sin Abejas	21.30 b	6.50 b	5.90 b	46.20 %	53.80 % a
Tukey	36.81	12.80	12.20		8.13
C.V. %	17.54	24.96	10.06		9.33

Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes según la prueba de Tukey $p \leq 0.01$.

Rendimiento

En los cuadros 12 A, 21 A, 30 A y 41 A se presenta el análisis de varianza para el rendimiento por tratamiento de las variedades Golden Delicious, Starkrimson, Red Chief y Red Delicious respectivamente, sin embargo para las ultimas tres variedades se utilizó la transformación $\sqrt{X+1}$ debido a que en algunas de sus repeticiones del tratamiento “Sin Abejas” no produjeron fruta. El tratamiento “Con Abejas” produjo mayor rendimiento desde 1.3 Kg., hasta 3.4 Kg., en comparación al tratamiento “Sin Abejas” que produjo desde 0.0 Kg., hasta 0.55 Kg., (Figura 7) esto concuerda con Mata *et al.*, (2001b) donde menciona que las flores que estuvieron disponibles a la presencia de abejas produjeron 2.86 Kg., por tratamiento y con Mata y Mata (2003) que reportan 0.4 kg., para las flores que no fueron visitadas por abejas y 4.6 kilogramos para las flores que fueron visitadas por las abejas.

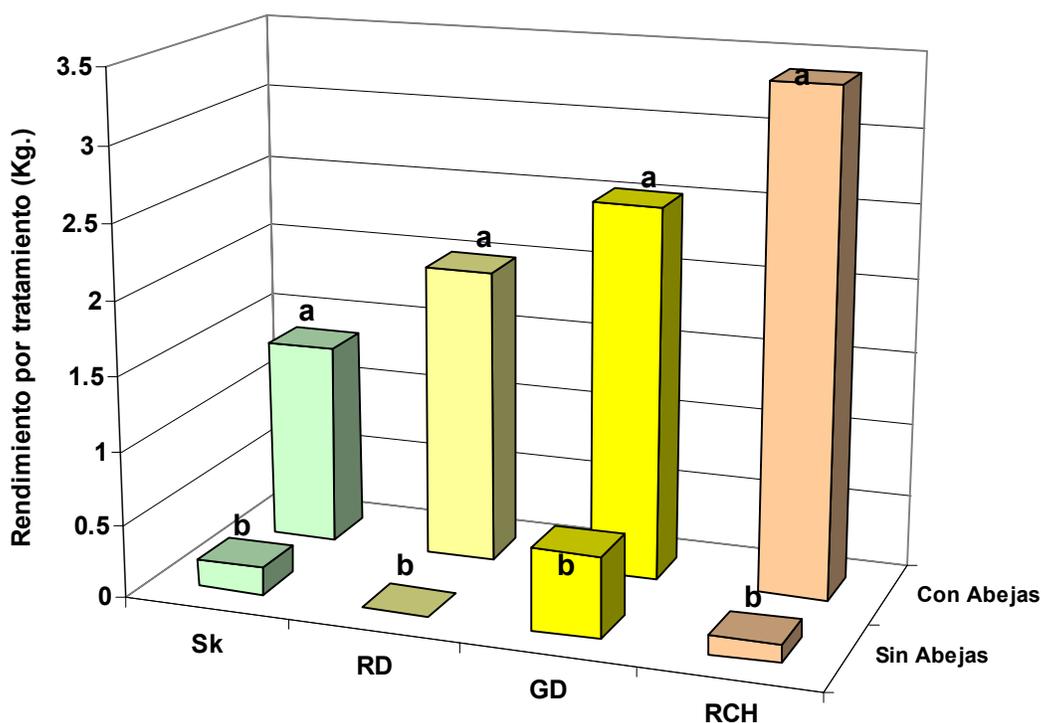


Figura 7. Rendimiento (Kg.) de fruta de los tratamientos “Con abejas” y “Sin abejas” de las variedades Golden Delicious (GD), Starkrimson (SK), Red Delicious (RD) y Red Chief (RCH) de los años 2004 y 2005.

En el cuadro 5 podemos observar el rendimiento por árbol en base al número de flores por árbol que va desde 4266 hasta 9,600 flores dependiendo del tamaño del árbol, variedad, portainjerto, edad, etc. Reafirmandose que el tratamiento “Con Abejas” produjo el mayor rendimiento coincidiendo con lo reportado por Khan y Khan (2004) ya que las abejas incrementan el rendimiento considerablemente. Al considerar una relación (Cuadro 5) se observa que la variedad Red Delicious seguida por Red Chief y Starkrimson son las mas sensibles a la falta de abejas, debido a su problema de auto-incompatibilidad y al corto periodo efectivo de polinización, por lo tanto la producción de frutos depende totalmente de la polinización cruzada especialmente por las abejas (Stern et al., 2001)

Cuadro 5. Rendimiento promedio de fruta por árbol (Kg.) y su relación para los años 2004 y 2005.

Variedad	Kg. de Fruta*		Relación
	Con Abejas	Sin Abejas	
Golden Delicious	249	56.9	4.4 : 1
Red Delicious	130	0.0	130 : 0
Red Chief	116	4.1	28.3 : 1
Starkrimson	79.23	9.2	8.6 : 1

* Considerando 9600 flores para Golden Delicious, 6500 flores para Red Delicious, 4266 flores para Red Chief y 5812 flores para Starkrimson.

Diámetro ecuatorial y polar del fruto

El análisis de varianza para estas variables se presenta en los cuadros 13A, 14 A (Golden Delicious), 22 A, 23 A (Starkrimson), 31 A, 32 A (Red Chief), 42 A y 43 A (Red Delicious), se utilizó la transformación $\sqrt{X+1}$ en las ultimas tres variedades debido a que en algunas de sus repeticiones del tratamiento “Sin

Abejas” no produjeron fruta; no existió diferencia significativa ya que el diámetro ecuatorial y polar para los dos tratamientos fue similar (Cuadro 6) debido a que en el tratamiento “Sin Abejas” no existió competencia entre los frutos ya que eran pocos frutos (0 a 5.9) (Figuras 4, 5, 6 y Cuadro 4) lo que originó que alcanzaran en tamaño a los frutos del tratamiento “Con Abejas” coincidiendo con lo reportado por Mata *et al.*, (2001b) donde menciona que las abejas no afectan la calidad de la fruta. La variedad Red Delicious alcanzó 7.40 cm de diámetro ecuatorial y 6.08 cm (Cuadro 6) de diámetro polar mientras que el tratamiento “Sin Abejas” no produjo fruta.

Cuadro 6. Diámetro ecuatorial y polar de fruto (cm) de los años 2004 y 2005.

Variedad	Diámetro Ecuatorial (cm)				Diámetro Polar (cm)			
	Con Abejas	Sin Abejas	Tukey	CV %	Con Abejas	Sin Abejas	Tukey	CV %
Golden Delicious	6.69 a	6.37 a	6.508	6.060	6.25 a	6.03 a	6.098	4.288
Starkrimson	6.38 a	6.10 a	2.414	24.068	5.57 a	5.53 a	2.301	23.768
Red Chief	6.90 a	6.90 a	2.129	28.966	5.80 a	6.20 a	2.013	28.586
Red Delicious	7.40 a	0 b	1.949	1.857	6.08 a	0 b	1.831	2.105

Medias con misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey $p \leq 0.01$

Peso promedio del fruto

En los cuadros 15 A, 24 A, 33 A y 44 A se presentan los análisis de varianza del peso promedio del fruto de las variedades Golden Delicious, Starkrimson, Red Chief y Red Delicious, se utilizó la transformación $\sqrt{X+1}$ en las últimas tres variedades debido a que en algunas de sus repeticiones del tratamiento “Sin Abejas” no produjeron fruta; no existió diferencia significativa entre los tratamientos dado que su peso promedio de fruto fue similar (figura 8) debido a que el tratamiento “Sin Abejas” al tener menor cantidad de fruta (figuras

6, 5 y 4) alcanzaron similar peso promedio de fruto mientras que el tratamiento “Con Abejas” al tener mayor cantidad de fruta y mayor competencia nutricional impidió alcanzar mayor peso promedio coincidiendo con Mata et al., (2001b) al evaluar esta variable en la variedad Golden Delicious. Sin embargo la variedad Red Delicious en el tratamiento “Con Abejas” produjo frutos de 164.66 g de peso promedio mientras que el tratamiento “Sin Abejas” no produjo fruta (Figura 8).

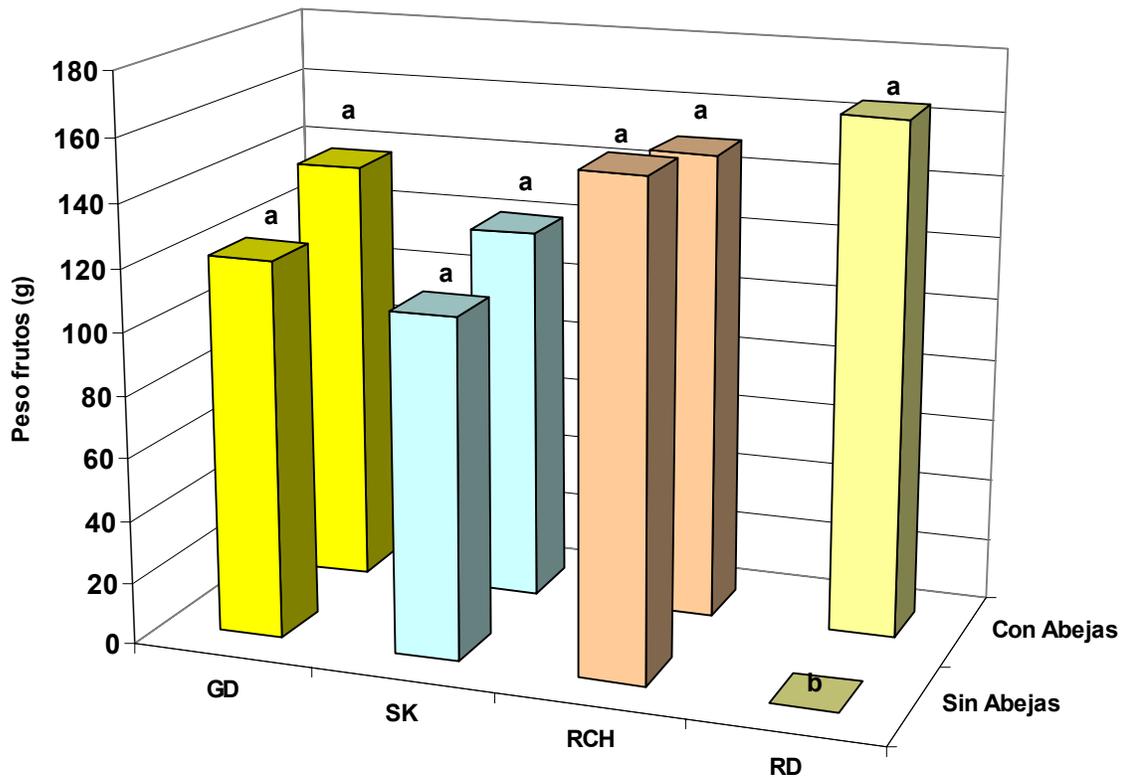


Figura 8. Peso promedio del fruto (g) de los tratamientos “Con Abejas” y “Sin Abejas” de las variedades Golden Delicious (GD), Starkrimson (SK), Red Delicious (RD) y Red Chief (RCH) de los años 2004 y 2005.

Número de semillas

En los cuadros 16 A, 25 A, 34 A y 45 A se presentan los análisis de varianza del número de semilla de las variedades Golden Delicious, Starkrimson,

Red Chief y Red Delicious respectivamente, donde se utilizó la transformación $\sqrt{X+1}$ para todas las variedades debido a que la mayoría de los frutos en las repeticiones del tratamiento “Sin Abejas” no tenían semillas y algunas no presentaban frutos; el tratamiento “Con Abejas” (Figura 9) mostró resultados altamente significativos logrando el mayor número de semillas por fruto desde 3.31 hasta 5.78 semillas (indicando una buena polinización) en comparación al tratamiento “Sin Abejas” que produjo de 0.19 a 1.79 semillas por fruto debido a la falta de polinización por las abejas, coincidiendo con Cedeño (1999) y Mata *et al.*, (2001b) que mencionan que las abejas ayudan a incrementar el número de semillas por fruto.

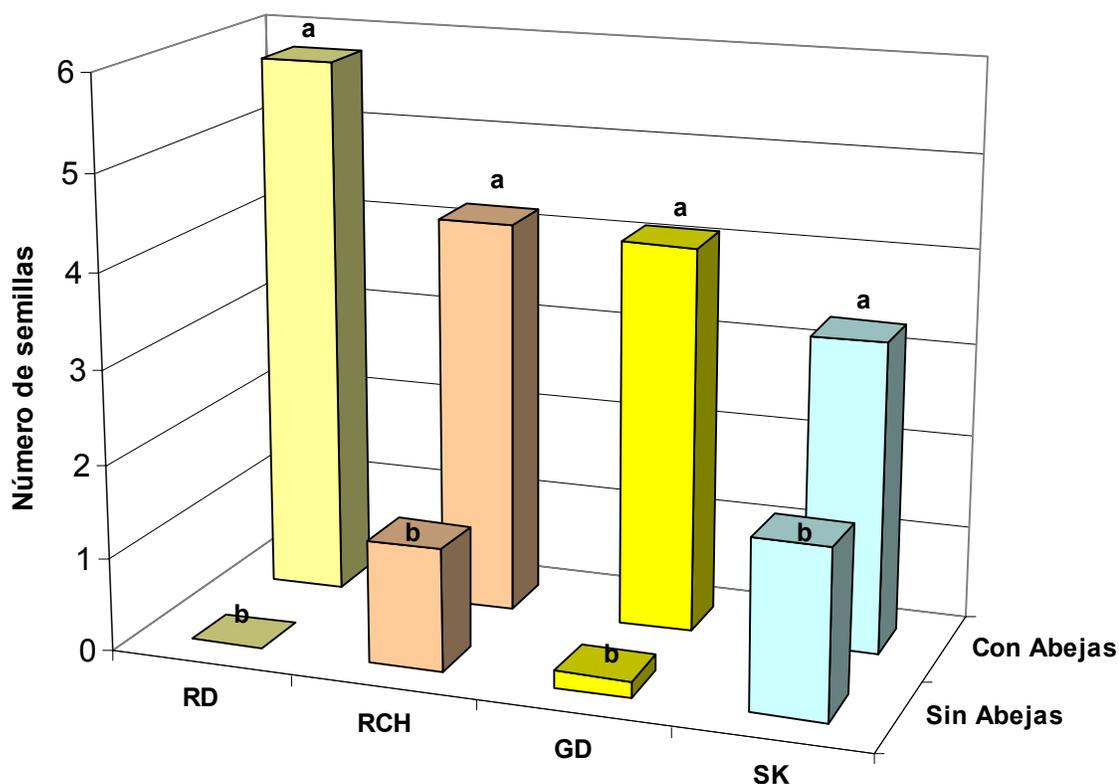


Figura 9. Número de semillas por fruto de los tratamientos “Con Abejas y Sin Abejas” de las variedades Golden Delicious (GD), Starkrimson (SK), Red Delicious (RD) y Red Chief (RCH) de los años 2004 y 2005.

CALIBRE

En el cuadro 7 se observa que el tratamiento “Con Abejas” produjo el mejor calibre para las variedades Golden Delicious Red Delicious, Starkrimson y Red Chief, siendo esta ultima quien produjo similar calibre (100 frutos por caja) para los dos tratamientos debido a que en el tratamiento “Sin Abejas” existieron muy pocos frutos (Figura 5), lo que ocasiono que estos alcanzaran un buen tamaño. La variedad Red Delicious logró el calibre más grande con 88 frutos por caja ya que produjo pocos frutos (Figura 7), debido a la presencia de heladas tardías (cuadros 3 A y 4 A) lo que origino un buen desarrollo de los frutos ya que no existió mucha competencia nutrimental.

Cuadro 7. Calibre obtenido en base al diámetro ecuatorial para cada una de las variedades y tratamientos.

Variedad	Calibre	
	Con Abejas	Sin Abejas
Golden Delicious	113	150
Red Delicious	88	0
Starkrimson	150	163
Red Chief	100	100

CONCLUSIONES

Con el uso de abejas durante la polinización del manzano se incrementó:

- El por ciento de amarre de fruto a 31.03%, 36.5%, 12.31% y 12.88 para las variedades Golden Delicious, Red Chief, Red Delicious y Starkrimson respectivamente.
- El número de frutos al momento de la cosecha desde 9.25 hasta 14.53 frutos.
- El rendimiento por árbol de 70 Kg hasta 192.1 Kg, siendo superior de 4.4 hasta 28.3 veces respecto al tratamiento “Sin Abejas”.
- El número de semillas desde 1.52 hasta 5.78 semillas por fruto.
- El calibre de los frutos en las variedades Golden Delicious, Red Delicious y Starkrimson fue desde 88 hasta 150 frutos por caja.

Pero no tuvo efecto en:

- El por ciento de retención de frutos, ya que fue similar para los dos tratamientos (“Con Abejas” y “Sin Abejas”).
- La calidad de la fruta, debido a que los dos tratamientos tuvieron similar diámetro ecuatorial, diámetro polar y peso promedio de los frutos.

LITERATURA CITADA

- Almaguer, G. V. 1997. Fruticultura General. Segunda Edición. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp. 205-221
- Álvarez., R., S., 1983. El Manzano. Publicaciones de extensión agraria. 3ª Edición. Madrid, Española. pp. 97-104
- Cedeño, B. 1999. La polinización del manzano y su efecto en el amarre de fruta. Tesis Posgrado. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. p. 74.
- Chávez, J.E; E. Sánchez, J.M. Soto, A.P. Hernández, F. Montes y L. Romero. 2001. Caracterización de los procesos polinización-fecundación de las principales variedades de manzano de la región de Cuauhtémoc, Chihuahua. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. U.A.CH. 110 pp.
- Chávez, J.E., E. Sánchez, J.M. Soto, R.M. Yáñez y F. Montes. 2005. Determinación del período de polinización efectiva de las principales variedades de manzano en la región de Cuauhtémoc, Chih. (157) Memoria de Artículos en Resúmenes y Extenso, XI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. 27 al 29 de septiembre de 2005. Chihuahua, Chih., México.
- Childers, N.F. 1973. Modern fruti science. Fifth Edition. Rutgers University. USA pp. 134 – 135.
- Childers, N. F. 1982. Fruticultura Moderna. Editorial Hemisferio Sur. México, D. F. pp. 143-161.
- Conner, L.J. 2003. Bee pollination of crops in Ohio. Service Extension the Ohio State. Bulletin Num. 559. pp. 1-2.
- C&O Nursey. 2000. Fruit Tree Catalog and orchard planner fall 99/ spring 2000. Wsnla Washington. pp. 14.
- Dennis F.G., 1979. Factors Affecting Yield in Apple, with Emphasis on “Delicious”. Horticultural Reviews. Edited by Jules Janick, Purdue University. Vol 1. p 397-415.
- Dennis, F. G. 1986. Apple. In Handbook of fruit set and development. (Monselise, S.P., Ed.) CRC. Press, Boca Raton, FI, USA. pp. 1-46.
- Dennis, F. G. 1996. Fruit set. pp. 99-106. En: Tree fruit physiology: growth and development. Good Fruit Grower. Yakima, Wash.

- Dulta, P.C and L.R. Verma. 1984. Role of insect pollinators on yield and quality of apple tree. *Indian J. Hort.* pp. 274-279.
- Dulta, P.C and L.R. Verma. 1987. Role of insect pollinator on yield and quality of apple fruti. *Indian Journal of Horticulture.* 44(3-4) 274-279.
- Free, J.B., B.D. Smith, K.G. Stott and I. H. Williams. 1974 The pollination of self-fertile apple trees. *J. Hort. Sci.* 49 : 301-304.
- García, M. E; L. P. Berkett; J. Clements; G. Neff and R. Brouillette. 1998. Vermont apple newsletter. Department Plant and Soil Science. University of Vermon Burlington. 3p. <http://usuarios.advance.com.ar/itea/pepita.html>
- Guerrero, V.M., D.I. Berlanga, A. Romo, J.A. Orozco, A.A. Gardea y R.A. Parra, 2002. Polinización en manzano Red Delicious y Golden Delicious en Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. CIAD.
- IRTA. 2000. Manzano Las variedades de más interés. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries. Barcelona. pp. 67-89.
- Khan, M. R and M.R. Khan. 2004. The role of honey bees *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) in pollination of apple. *Pakistan Journal of Biological Sciences, Vol. 7, No. 3, pp. 359-362..*
- Macias, M. J. O. 2001. Abejas polinizadoras. *Revista Apitec (Enero-Febrero) Num. 25.* pp. 15-21.
- Manhart, W. 1995. Apples for the 21st Century. Published by the North America Tree Company. Portland Oregon. pp. 27 – 83.
- Mata, B. A. 2002. Las visitas de abejas por flor: su efecto en la producción del manzano Golden Delicious. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 56 p.
- Mata, B. I., F.G. Corona, y C.E. Padrón. 2001a. Las visitas de abejas por flor: su efecto en el amarre y rendimiento de manzano Golden Delicious. *Revista Apitec (Marzo-Abril) Num. 26.* pp. 21-26
- Mata, B. I., F.G. Corona, y C.E. Padrón. 2001b. Las visitas de abejas por flor: su efecto en la calidad de fruta de manzano Golden Delicious. (2^a Parte.). *Revista Apitec (Junio-Julio) Num. 27.* pp. 9-12
- Mata, B. I. 2003. Las abejas melíferas y el raleo manual de fruta de manzano Golden Delicious. XVII Seminario Americano de Apicultura. 7^a. Exposición Apícola del 17 al 19 de Agosto. Aguascalientes, Aguascalientes. Pp. 121-124.

- Mata, B.I., y A. Mata. 2003. Eficiencia de la abeja melífera en la producción de manzano Golden Delicious. Revista Apitec (Noviembre-Diciembre) Num. 41. pp. 12-15 .
- Mata, B.I. 2004. La polinización con abejas en el cultivo del manzano. UAAAN. México. 14 p.
- Mayer, D.F; C.A. Johansen and J.D Lunden. 1985. Knowledge of bee behaviour is essential for good pollination. Good Fruit Grower; 36(8):28-29.
- Mayer, D.F; C.A. Johansen and J.D Lunden. 1989. Honey Bee Foraging Behavior on Ornamental Crabapple Pollenizers and Comercial Apple Cultivars. Hort. Sci. 24 (3):519-512.
- Mayer, D.F. 1992. Effective fruit set depends on good pollination plan. Good Fruit Grower. 43(8):26-29.
- Mayer, D.F. 1997. Intensive orchards need pollinizers in every row. Good Fruit Grower. 48(7): 30
- Mendoza, V.M. 1965. El cultivo del manzano. Centro Nacional de Productividad. México. p 68.
- McGregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crops plants. US Department of agriculture, Agriculture Hand Book No. 496. pp. 241-245.
- Norton, R. 2002. Polinización efectiva de frutas. Revista Apitec. (Junio-julio) Num. 33 pp.4-5
- Pérez, H.H. 2004 Las visitas de abejas y el raleo manual en flor del manzano Golden Delicious. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 69 p.
- Rai, K.M., M.T. Hamid., R. Joshi and H.C. Tewari. 1988. Honey bee and pollination in apple. Progressive Horticulture. 20 (3-4): 353-354.
- Rallo, G. 1986. Frutales y Abejas. Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid, España. 231 pp.
- Ramírez, R.H. y M. S. Cepeda. 1993. El manzano. Editorial Trillas. pp: 11-31
- Reyes, C.J., y R.P Cano. 2003. Manual de polinización apícola. Programa nacional para el control de la abeja africana (SAGARPA). 42 p.

- Richards, K.W and P.G. Kevan, 2002. Aspects of bee biodiversity, crop pollination, and conservation in Canada. IN: Kevan P. Imperatriz Fonseca (eds) Pollinating Bees- The Conservation Link Between agriculture and Nature – Ministry of Environment/Brasilia. pp. 77 –94.
- Robinson, W.S. 1979. Effect of apple cultivar on foraging behavior and pollen transfer by honey bees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104:596-598.
- Robinson, W.S. and R.D. Fell. 1981. Effect of Honey Bee Foraging Behaviors on Delicious Apple Set. *Hort. Sci.* 16(3):326-328.
- Rom, C. R. 1985. Bud development and vigor. In *Pollination & fruit set. Short course Proceedings Published by Good fruit Grower.* Yakima, Wa. USA. p. 64.
- SAS, Institute. 1999-2000. SAS/STAT versión 8.0. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Schneider, G. and C. Scarborough. 1971. Cultivo de árboles frutales. Editorial Continental S.A. New Jersey U.S.A. pp. 110-125.
- Schneider D., R.A. Stern, D. Einikowitch and M. Goldway. 2001. Determination of the self-fertilization potency of Golden Delicious apple. *Journal of Horticultural Science y Biotechnology.* 76(3)259-263.
- Schneider D., R.A. Stern and M. Goldway. 2005. A Comparison between Semi- and Fully Compatible Apple Pollinators Grown under Suboptimal Pollination Conditions. *HortScience* 40(5):1280-1282.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA, 2005. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. www.SAGARPA.gob.mx
- Simó, Z. E. 2003. Unió de Llauradors i Ramaders-COAG. Las abejas de miel y la polinización. www.beekeeping.com/articulos/zaragoza/abejas_polinizacion.htm
- Spiegel-Roy P and F.H. Alston. 1982. Pollination requirements of new apple cultivars. *Journal of Horticultural Science* 57(2) 145-150.
- Stahly, E.A., 1985. Pollen development, fertilization and fruit drop. *Pollination and fruit set. Proceedings of the shortcourse by Washington State University.* U.S.A. pp 19-35.

- Stern R.A., D. Eisikowitch and A. Dag. 2001. Sequential introduction of honeybee colonies and doubling their density increases cross-pollination, fruit-set and yield in Red Delicious apple. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 76(1) 17-23.
- Unión Agrícola Regional de Fruticultores del Estado de Chihuahua A.C., UNIFRUT, 2005. www.UNIFRUT.com.mx
- Way, R.D., 1999. Pollination and fruit set. *Good Fruit Grower*. 50(7):10-11.
- Westwood, N.M. 1982. *Fruticultura de Zonas Templadas*. Edición Mundiprensa. pp. 185-216.
- Westwood, N. M. (1993). *Temperate zone pomology: Physiology and culture*. 3rd ed. Timber Press, Portland, Oregon, USA. pp. 11-24.
- Wilson, K and D.C. Elfving. 2003. Crabapple pollenizers for apples. Ministry of agriculture an Food, Ontario. N. 211.
- Williams, R.R. 1966. Pollination studies in fruit trees. III. The effective pollination period for some apple and pear varieties. Report, Agricultural and Horticultural Research Station, University of Bristol, 1965. pp. 136 -138.
- Williams, R.R. and P. Wilson. 1970. *Towards Regulated Cropping*. Grower Books, London. pp. 47-61.

APÉNDICE

Cuadro 1 A. Resumen Meteorologico diario para el mes de Marzo del 2004.
Estación: La Capilla (UNIFRUT)
(Huertos Golden Delicious, Starkrimson I y Red Chief)

Fecha	Temperatura			*****Resumen Viento*****			
	Min (°C)	Max (°C)	Media (°C)	Dirección de	Vel grd	Vel Kph	Max Kph
1	-4.1	18.0	7.9	SW	217	19.1	58
2	2.9	18.5	10.4	SSW	199	22.8	65.5
3	-1.3	17.1	9.8	S	186	33.3	85.2
4	-2.7	7.0	1.3	WSW	242	25.4	68.8
5	-1.4	14.6	6.1	W	261	20.8	55.3
6	-5.0	21.1	9.0	SSE	161	9.0	32.9
7	-0.1	20.4	11.1	E	100	10.9	38.3
8	2.9	20.5	11.5	ESE	123	8.3	31.5
9	2.7	20.5	12.8	ESE	112	11.2	35.3
10	5.0	23.8	14.6	SW	218	19.5	63.4
11	4.5	19.1	12.3	SSE	162	14.5	60.7
12	3.8	18.5	10.9	SSW	203	20.1	47.4
13	-1.3	18.8	9.0	SW	216	10.9	41
14	-0.1	16.2	7.7	ENE	75	9.7	39.6
15	0.5	19.6	10.2	W	281	8.6	37.4
16	2.6	21.8	13.1	SE	143	6.4	29.1
17	2.2	23.9	14.3	SW	226	12.0	43.7
18	4.6	23.9	14.4	SW	217	6.6	27.5
19	7.3	25.0	16.2	SE	144	8.0	29.6
20	5.5	24.3	13.6	E	98	12.7	56.6
21	7.5	15.7	10.6	E	99	14.0	40.7
22	6.6	17.4	10.6	ESE	118	11.3	39.3
23	5.4	21.5	13.1	SW	225	9.1	26.4
24	4.2	24.7	14.8	SW	223	6.0	35.8
25	5.8	26.0	16.2	WSW	237	8.1	36.9
26	6.0	25.1	16.0	SW	231	12.0	55
27	8.2	25.9	16.5	W	265	6.7	49.9
28	2.9	23.3	14.6	ESE	114	4.0	36.4
29	4.1	20.0	12.0	E	100	7.8	69.3
30	5.4	17.3	10.6	ESE	113	4.6	40.4
31	5.6	20.3	11.3	NW	310	3.3	42.6
Media	2.9	20.3	11.7			12.1	45.8
Máximo	8.2	26.0	16.5			33.3	85.2
Minimo	-5.0	7.0	1.3			3.3	26.4

Cuadro 2 A. Resumen Meteorologico diario para el mes de Abril del 2004.
Estación: La Capilla (UNIFRUT)
(Huertos Golden Delicious, Starkrimson I y Red Chief)

Fecha	Temperatura			*****Resumen Viento*****			
	Min (°C)	Max (°C)	Media (°C)	Dirección de	Vel grd	Vel Kph	Max Kph
1	4.1	19.5	10.7	SW	215	11.4	65.3
2	5.2	15.8	9.9	SSW	206	18.2	68.5
3	4.4	18.6	11.0	SSW	209	12.6	47.4
4	4.7	17.2	10.2	SW	223	9.4	48.8
5	1.6	15.7	8.4	WSW	236	9.4	58.2
6	-1.2	20.1	9.6	WSW	250	4.7	45.3
7	2.0	21.1	11.6	SW	226	6.4	35.8
8	3.4	20.3	11.8	SW	228	0.3	41.5
9	4.6	21.8	12.6	SW	227	0.2	44.2
10	4.3	19.2	11.1	W	265	2.0	55.3
11	1.2	14.3	5.4	WNW	303	5.4	69.8
12	0.4	15.7	6.8	ESE	0	0.0	0
13	-0.5	17.4	9.8	SW	105	1.0	14.8
14	2.1	23.2	13.8	SSW	235	0.1	43.4
15	6.3	23.6	15.2	S	196	0.0	14
16	5.3	25.8	16.9	N	190	0.0	16.9
17	12.9	24.7	18.2	WSW	0	0.0	0
18	10.6	23.6	17.2	WSW	247	0.2	48.8
19	11.5	25.6	18.1	WSW	245	10.2	56.9
20	9.0	25.1	16.8	WSW	243	26.8	6.4
21	7.2	25.1	16.1	WSW	249	18.4	40.4
22	9.6	26.2	17.0	WSW	243	17.8	40.7
23	8.2	24.8	15.9	WSW	239	10.1	41.5
24	3.8	24.9	14.5	WSW	243	5.1	46.9
25	6.4	23.0	15.2	ENE	65	0.0	1
26	7.8	19.2	13.5	ESE	113	4.6	45.5
27	5.8	10.9	8.9	SE	125	13.4	41.8
28	5.1	19.8	12.4	WSW	237	22.0	52.8
29	8.2	20.1	12.9	SW	224	20.1	56.6
30	5.4	22.6	14.0	WSW	243	21.6	56.6
Media	5.3	21.0	12.9			8.3	41.7
Máximo	12.9	26.2	18.2			26.8	69.8
Minimo	-1.2	10.9	5.4				

Cuadro 3 A. Resumen Meteorologico diario para el mes de Marzo del 2005.
Estación: La Capilla (UNIFRUT)
(Huertos Golden Delicious y Red Delicious)

Fecha	Temperatura			*****Resumen Viento*****			
	Min (°C)	Max (°C)	Media (°C)	Dirección de	grd	Vel Kph	Max Kph
1	-3.2	16.7	8.2	WNW	282	8.9	29.9
2	2.6	14.1	8.1	W	265	11.4	49.9
3	-0.9	18.3	8.2	SW	235	10.9	32
4	0.1	14.7	7.9	SSW	201	9.8	29.3
5	2.7	15.8	8.8	SSW	212	16.3	33.7
6	-1.7	14.9	6.8	SW	222	18.8	57.4
7	-3.2	14.9	6.7	SE	144	8.8	31.8
8	2.1	15.6	7.9	NW	325	10.3	39.1
9	1.4	15.0	7.8	NE	48	12.3	41.8
10	-2.1	19.4	9.4	S	182	8.0	35.6
11	0.9	17.2	10.2	SE	135	11.6	39.6
12	1.0	17.4	9.8	WSW	244	12.0	41
13	2.1	18.7	10.1	W	266	13.6	36.4
14	1.0	16.7	9.1	SW	228	18.7	58
15	1.1	13.3	6.7	WSW	249	21.2	56.3
16	-0.5	10.9	3.3	ENE	62	12.1	33.1
17	-4.4	16.8	6.7	WSW	244	16.6	38.5
18	0.5	17.1	9.1	WSW	238	20.0	51.8
19	3.5	17.3	9.7	WSW	239	25.8	62
20	1.5	21.0	10.7	WSW	237	22.6	64.7
21	2.4	20.5	10.8	W	268	21.8	64.2
22	-2.4	18.5	9.4	SSE	158	10.6	29.6
23	4.0	21.0	12.1	WSW	242	25.6	69.6
24	3.8	19.9	11.8	WSW	243	24.3	66.3
25	2.3	18.7	10.8	WSW	248	26.6	73.1
26	1.1	18.9	10.2	W	273	32.2	77.1
27	-4.6	17.8	7.6	ESE	104	5.1	23.9
28	4.1	24.6	14.2	SW	220	20.3	50.7
29	6.4	19.0	12.1	SW	235	36.0	78.5
30	4.4	22.1	12.6	WSW	253	25.4	52.3
31	1.7	22.1	11.6	WNW	300	20.1	60.7
Media	0.9	17.7	9.3			17.3	48.6
Máximo	6.4	24.6	14.2			36.0	78.5
Minimo	-4.6	10.9	3.3			5.1	23.9

Cuadro 4 A. Resumen Meteorologico diario para el mes de Abril del 2005.
Estación: La Capilla (UNIFRUT)
(Huertos Golden Delicious y Red Delicious)

Fecha	Temperatura			*****Resumen Viento*****			
	Min (°C)	Max (°C)	Media (°C)	Dirección de	grd	Vel Kph	Max Kph
1	-3.2	11.0	4.1	E	97	13.0	40.1
2	-2.0	22.1	11.5	SSE	153	10.0	32.6
3	3.3	22.4	13.9	SW	228	18.0	48.2
4	7.4	21.7	14.4	WSW	251	25.4	58
5	4.9	23.5	14.6	W	276	21.5	53.6
6	2.3	21.5	12.9	ESE	113	7.8	29.3
7	6.3	22.1	14.1	ESE	121	11.8	38.3
8	6.2	24.7	15.9	SW	226	22.8	58
9	8.4	20.7	14.1	SW	234	32.6	76.6
10	2.1	17.9	10.5	WSW	245	31.8	72.8
11	-1.9	21.4	10.1	SE	135	5.9	30.7
12	0.1	24.3	13.9	SE	139	8.0	35.8
13	3.7	24.3	15.9	SE	144	6.6	30.2
14	9.0	20.5	15.5	SSW	205	12.6	42.3
15	2.3	25.5	15.9	SSW	206	11.4	42
16	3.1	24.3	15.5	SW	218	11.0	47.7
17	10.1	22.1	15.5	SW	223	11.5	37.4
18	8.0	18.7	13.6	SW	229	24.8	70.9
19	7.0	22.1	14.7	SW	226	27.8	69
20	8.2	23.3	15.3	WSW	241	22.8	68.8
21	3.3	24.7	15.0	WSW	241	10.3	43.7
22	4.0	23.2	15.3	W	273	8.8	37.7
23	11.0	23.8	17.4	S	191	17.1	45
24	8.7	20.0	14.2	SW	226	29.9	83.1
25	5.7	19.5	11.9	WSW	250	26.4	57.4
26	-1.5	22.3	11.8	SW	226	12.5	51.8
27	6.0	23.9	14.9	SW	222	21.2	48.8
28	5.8	25.1	16.1	SW	228	24.0	58.8
29	7.7	23.0	15.4	SW	236	32.5	72.8
30	0.5	21.3	12.5	W	99	7.8	31.5
Media	4.5	22.0	13.9			17.6	50.4
Máximo	11.0	25.5	17.4			32.6	83.1
Minimo	-3.2	11.0	4.1			5.9	29.3

Cuadro 5 A. Resumen Meteorológico diario para el mes de Marzo del 2005.
Estación: Cuauhtémoc (UNIFRUT)
Huerto Starkrimson II

Fecha	Temperatura			*****Resumen Viento*****			
	Min (°C)	Max (°C)	Media (°C)	Dirección de	grd	Vel Kph	Max Kph
1	-2.2	16.1	7.9	WNW	295	4.5	30.2
2	0.7	14.9	7.5	WNW	283	6.0	33.7
3	-3.2	18.4	7.8	W	268	4.9	34.5
4	-1.3	26.9	8.0	S	183	6.3	23.1
5	3.3	16.6	10.8	S	187	5.7	32.6
6	-1.2	15.9	7.2	SW	216	8.4	47.2
7	-3.0	15.5	6.4	SE	146	3.2	25.8
8	1.5	16.1	9.1	NW	325	7.6	29.9
9	1.4	15.0	7.8	NE	48	4.2	11.2
10	-2.2	19.6	8.7	E	101	4.2	25.0
11	-1.0	17.2	9.5	SE	135	4.3	25.6
12	-0.1	19.1	9.6	WNW	289	6.3	33.4
13	5.3	19.6	11.8	WNW	288	8.3	28.5
14	-0.1	17.6	9.0	SW	220	6.8	36.6
15	2.4	14.9	7.1	W	275	10.1	38.3
16	-1.4	11.1	3.9	N	10	7.3	26.9
17	-5.1	15.9	6.4	WNW	290	6.3	31.2
18	-0.4	16.4	8.7	WNW	282	7.0	35.6
19	-1.9	17.6	8.4	W	276	8.1	38.8
20	-1.9	20.7	9.8	W	278	7.9	41.8
21	3.6	19.9	11.5	WNW	293	12.1	48.8
22	-1.8	19.0	8.6	S	171	4.4	20.4
23	-0.7	20.7	11.5	WSW	245	13.5	50.9
24	5.4	20.4	12.8	WSW	254	17.1	42.8
25	4.0	19.7	13.8	W	264	15.4	52.8
26	0.0	17.7	10.2	WNW	304	15.0	49.9
27	-1.3	17.9	9.6	SE	142	4.6	21.0
28	-0.4	25.0	15.7	WSW	255	8.9	29.3
29	4.0	20.0	13.2	WSW	252	16.0	53.4
30	-0.6	21.7	11.7	WNW	283	9.1	36.1
31	2.9	22.1	11.7	NW	308	11.3	40.1
Media	0.1	26.5	9.6			8.3	35.5
Máximo	5.4	26.9	15.7			17.1	53.4
Minimo	-5.1	11.1	3.9			3.2	20.4

Cuadro 6 A. Resumen Meteorologico diario para el mes de Abril del 2005
Estación: Cuauhtémoc (UNIFRUT)
Huerto Starkrimson II

Fecha	Temperatura			*****Resumen Viento*****			
	Min (°C)	Max (°C)	Media (°C)	Dirección de	grd	Vel Kph	Max Kph
1	-2.2	12.1	4.8	ESE	118	6.5	23.4
2	-1.5	22.2	9.7	SSE	163	5.5	21.2
3	2.2	22.6	13.2	WSW	254	6.3	28.5
4	5.8	22.0	16.4	W	279	13.3	35.6
5	4.0	23.5	15.3	WNW	286	12.6	36.9
6	-0.2	22.0	12.1	SE	133	4.4	20.2
7	0.1	21.7	14.9	SE	139	6.3	24.8
8	3.1	26.0	15.6	WSW	243	7.7	35.3
9	5.9	22.4	14.8	SW	235	16.5	52.3
10	2.3	17.9	11.5	W	267	15.2	38.8
11	-2.4	21.6	9.5	SW	228	3.6	21.8
12	-1.0	24.4	11.9	SE	127	3.0	19.1
13	0.2	25.0	11.5	SSE	161	4.5	21.5
14	-4.0	23.1	16.6	S	187	6.2	28.3
15	-4.0	26.5	14.8	S	191	4.0	31
16	2.8	25.1	15.1	SSW	204	4.6	28.5
17	5.6	24.2	15.3	SW	227	4.5	25
18	8.0	23.6	17.2	WSW	247	0.2	37.4
19	2.2	24.0	16.6	SW	232	10.8	33.4
20	-0.8	24.6	13.7	W	268	6.3	30.4
21	-0.6	24.4	13.1	WNW	284	4.1	25.8
22	1.9	24.5	13.8	NE	45	3.7	28
23	10.1	25.2	16.7	SSE	147	4.9	29.1
24	7.1	21.5	15.2	WSW	237	11.6	46.4
25	0.8	20.3	12.0	W	267	7.3	33.9
26	-0.9	22.0	11.3	W	272	3.6	28
27	0.7	25.6	14.1	WSW	246	5.6	30.2
28	-1.0	26.1	14.6	WSW	246	7.2	32.9
29	7.4	22.9	15.1	WSW	256	11.2	42.6
30	-0.8	21.5	11.0	SE	133	3.6	18.8
Media	-1.0	24.5	13.5			7.1	30
Máximo	10.1	24.0	16.7			16.5	52.3
Minimo	-4.0	12.1	4.8			3.0	18.8

Cuadro 7 A. Concentración de datos para la variable por ciento de amarre de frutos en la variedad Golden Delicious utilizando la transformación \sqrt{x} . (Mayo 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	III	IV	V	
T1 Sin abejas	5.06	4.62	3.71	4.88	4.27	4.51
T2 Con abejas	6.40	6.92	6.84	7.43	9.13	7.34

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	20.107240	20.10724	23.69 **	0.0082
Bloques	4	2.2761400	0.5690350	0.7	0.65
Error	4	3.39506000	0.84876500		
Total	9	25.7784400			

** Altamente significativo Tukey $p < 0.01$

C.V. = 15.54648 %

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	7.34 A
1	4.51 B

Nivel de Significancia = 0.01
Tukey = 5.926

Cuadro 8 A. Concentración de datos para la variable retención de fruta (número de frutos) en la variedad Golden Delicious (Mayo 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	III	IV	V	
T1 Sin abejas	26.5	22.5	14.0	24.5	19.0	21.30
T2 Con abejas	44.5	47.5	51.5	60.0	58.13	52.33

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	2406.53169	2406.53169	57.51 **	0.0016
Bloques	4	108.29876	27.0746900	0.65	0.65
Error	4	166.79676	41.69919000		
Total	9	2681.62721			

** Altamente significativo Tukey $p < 0.01$

C.V. = 17.54133 %

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	52.33 A
1	21.30 B

Nivel de Significancia = 0.01
Tukey = 36.813

Cuadro 9 A. Concentración de datos para la variable retención de fruta (número de frutos) en la variedad Golden Delicious (Julio 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	III	IV	V	
T1 Sin abejas	6.0	5.5	4.0	9.0	8.0	6.50
T2 Con abejas	16.0	15.0	24.5	21.0	19.0	19.10
Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	396.90	396.900	38.86 **	0.0034	
Bloques	4	34.35	8.588	0.84	0.56	
Error	4	40.85	10.213			
Total	9	472.10				
** Altamente significativo Tukey $p < 0.01$						
C.V. = 24.96641 %						
Tabla de Medias						
Tratamiento	Media					
2	19.10 A					
1	6.50 B					
Nivel de Significancia = 0.01						
Tukey = 12.8						

Cuadro 10 A. Concentración de datos para la variable retención de fruta (número de frutos) en la variedad Golden Delicious (Septiembre 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	III	IV	V	
T1 Sin abejas	5.5	5.0	4.0	8.0	7.0	5.90
T2 Con abejas	15.5	15.0	23	20.0	19.0	18.50
Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	396.90	396.900	57.52 **	0.0016	
Bloques	4	26.60	6.650	0.96	0.51	
Error	4	27.60	6.900			
Total	9	451.10				
** Altamente significativo Tukey $p < 0.01$						
C.V. = 10.06135 %						
Tabla de Medias						
Tratamiento	Media					
2	18.50 A					
1	5.90 B					
Nivel de Significancia = 0.01						
Tukey = 12.20						

Cuadro 11 A. Concentración de datos para la variable por ciento de caída de frutos en la variedad Golden Delicious utilizando la transformación \sqrt{x} . (Mayo a septiembre 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	III	IV	V	
T1 Sin abejas	7.59	8.13	8.77	9.55	7.95	8.39
T2 Con abejas	8.50	8.66	8.32	8.51	8.81	7.81
Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	0.739840	0.739840	1.29	N.S.	0.3201
Bloques	4	1.694540	0.423635	0.74		0.61
Error	4	2.300460	0.575115			
Total	9	4.738740				
N.S. = No Significativo						
C.V. = 9.332554%						

Cuadro 12 A. Concentración de datos para la variable rendimiento por tratamiento (kg) en la variedad Golden Delicious (Años 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	III	IV	V	
T1 Sin abejas	0.461	0.69	0.532	0.603	0.638	0.58
T2 Con abejas	1.8	2.43	2.99	2.72	2.82	2.55
Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	9.664856	9.664856	102.60**	0.0005	
Bloques	4	0.521674	0.130419	1.39	0.38	
Error	4	0.376795	0.094199			
Total	9	10.566819				
** Altamente significativo Tukey p< 0.01						
C.V. = 15.49706 %						
Tabla de Medias						
Tratamiento	Media					
2	2.55 A					
1	0.58 B					
Nivel de Significancia = 0.01						
Tukey = 1.568						

Cuadro 13 A. Concentración de datos para la variable diámetro ecuatorial del fruto (cm.) en la variedad Golden Delicious (Año 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	III	IV	V	
T1 Sin abejas	5.82	6.91	6.73	6.22	5.57	6.25
T2 Con abejas	6.35	7.14	6.60	6.64	6.78	6.70

Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	0.516760	0.516760	4.21	N.S.	0.1093
Bloques	4	1.165440	0.291360	2.40		0.21
Error	4	0.484840	0.121210			
Total	9	2.161040				

N.S. = No Significativo						
C.V. = 5.376039						

Cuadro 14 A. Concentración de datos para la variable diámetro polar del fruto (cm.) en la variedad Golden Delicious (Año 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	III	IV	V	
T1 Sin abejas	5.67	6.32	6.13	6.07	5.38	5.91
T2 Con abejas	6.03	6.65	6.16	6.15	6.07	6.21

Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	0.222010	0.222010	6.39	N.S.	0.0648
Bloques	4	0.693260	0.173315	4.99		0.07
Error	4	0.138940	0.034735			
Total	9	1.054210				

N.S. = No Significativo						
C.V. = 3.073945						

Cuadro 15 A. Concentración de datos para la variable peso promedio del fruto (g.) en la variedad Golden Delicious (Año 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					
	I	II	III	IV	V	Media
T1 Sin abejas	96.92	143.99	137.42	112.85	91.07	116.45
T2 Con abejas	117.35	162.67	130.04	136.03	140.75	137.37
Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	1093.906810	1093.906810	5.34 N.S.	0.0819	
Bloques	4	2525.360640	631.340160	3.08	0.15	
Error	4	819.196440	204.799110			
Total	9	4438.463890				
N.S. = No Significativo						
C.V. = 11.27643						

Cuadro 16 A. Concentración de datos para la variable número de semillas por fruto en la variedad Golden Delicious (Año 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					
	I	II	III	IV	V	Media
T1 Sin abejas	0.165	0.285	0.25	0.09	0.14	0.19
T2 Con abejas	4.18	4.44	3.14	5.17	5.05	4.40
Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	44.310250	44.310250	116.98 **.	0.0004	
Bloques	4	1.163415	0.290854	0.77	0.60	
Error	4	1.515750	0.378938			
Total	9	46.988840				
** Altamente Significativo Tukey $p < 0.01$						
C.V. = 31.20554 %						
Tabla de Medias						
Tratamiento	Media					
2	4.40 A					
1	0.19 B					
Nivel de Significancia = 0.01						
Tukey = 2.291						

Cuadro 17 A. Concentración de datos para la variable por ciento de amarre de frutos en la variedad Starkrimson utilizando la transformación $\sqrt{(x + 1)}$ (Mayo 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	III	IV	V	
T1 Sin abejas	1.61	1.21	1.73	1.68	1.00	1.446
T2 Con abejas	3.96	3.69	4.39	3.60	3.84	3.896
Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	15.00625	15.00625	246 **	0.0001	
Bloques	4	0.55424	0.13856	2.27	0.22	
Error	4	0.24400	0.06100			
Total	9	15.80449				
** Altamente Significativo Tukey p< 0.01						
C.V. = 9.246791 %						
Tabla de Medias						
Tratamiento	Media					
2	3.896 A					
1	1.446 B					
Nivel de Significancia = 0.01						
Tukey = 2.671						

Cuadro 18 A. Concentración de datos para la variable retención de fruta (número de frutos) en la variedad Starkrimson utilizando la transformación $\sqrt{(x + 1)}$ (Mayo 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	III	IV	V	
T1 Sin abejas	1.82	1.21	1.82	1.71	1.0	1.51
T2 Con abejas	4.13	3.87	4.47	3.76	3.87	4.02
Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	15.72516	15.72516	297.21 **	0.0001	
Bloques	4	0.69784	0.17446	3.30	0.14	
Error	4	0.21164	0.05291			
Total	9	16.63464				
** Altamente Significativo Tukey p< 0.01						
C.V. = 8.316043 %						
Tabla de Medias						
Tratamiento	Media					
2	4.02 A					
1	1.51 B					
Nivel de Significancia = 0.01						
Tukey = 2.766						

Cuadro 19A. Concentración de datos para la variable retención de fruta (número de frutos) en la variedad Starkrimson utilizando la transformación $\sqrt{(x+1)}$ (Julio 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	III	IV	V	
T1 Sin abejas	1.82	1.21	1.82	1.41	1.00	1.45
T2 Con abejas	3.91	3.67	3.67	3.42	3.61	3.66

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	12.14440	12.14440	239.1 **	0.0001
Bloques	4	0.45504	0.11376	2.24	0.23
Error	4	0.20316	0.05079		
Total	9	12.80224			

** Altamente Significativo Tukey p< 0.01

C.V. = 8.824055 %

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	3.66 A
1	1.45 B

Nivel de Significancia = 0.01
Tukey = 2.55

Cuadro 20 A. Concentración de datos para la variable retención de fruta (número de frutos) en la variedad Starkrimson utilizando la transformación $\sqrt{(x+1)}$ (Septiembre 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	III	IV	V	
T1 Sin abejas	1.82	1.21	1.82	1.41	1.00	1.45
T2 Con abejas	3.67	3.46	3.39	3.12	3.61	3.45

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	9.98001	9.98001	109.96 **	0.0005
Bloques	4	0.35904	0.08976	0.99	0.50
Error	4	0.36304	0.09076		
Total	9	10.70209			

** Altamente Significativo Tukey p< 0.01

C.V. = 12.29147 %

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	3.45 A
1	1.45 B

Nivel de Significancia = 0.01
Tukey = 2.451

Cuadro 21 A. Concentración de datos para la variable rendimiento por tratamiento (kg) en la variedad Starkrimson utilizando la transformación $\sqrt{(x + 1)}$ (Año 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					
	I	II	III	IV	V	Media
T1 Sin abejas	1.14	1.03	1.12	1.05	1.0	1.07
T2 Con abejas	1.68	1.47	1.50	1.43	1.66	1.55
Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	0.57600	0.57600	80 **	0.0009	
Bloques	4	0.03776	0.00944	1.31	0.40	
Error	4	0.02880	0.00720			
Total	9	0.64256				
** Altamente Significativo Tukey p< 0.01						
C.V. = 6.487218 %						
Tabla de Medias						
Tratamiento	Media					
2	1.55 A					
1	1.07 B					
Nivel de Significancia = 0.01						
Tukey = 1.308						

Cuadro 22 A. Concentración de datos para la variable diámetro ecuatorial del fruto (cm.) en la variedad Starkrimson utilizando la transformación $\sqrt{(x + 1)}$ (Año 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					
	I	II	III	IV	V	Media
T1 Sin abejas	2.64	1.88	1.83	2.64	1.00	1.99
T2 Con abejas	2.75	2.67	2.72	2.76	2.75	2.73
Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	1.33956	1.33956	5.87 N.S.	0.0726	
Bloques	4	0.95484	0.23871	1.05	0.48	
Error	4	0.91304	0.22826			
Total	9	3.20744				
N.S. = No Significativo						
C.V. = 20.21005 %						

Cuadro 23 A. Concentración de datos para la variable diámetro polar del fruto (cm.) en la variedad Starkrimson utilizando la transformación $\sqrt{(x + 1)}$ (Año 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	III	IV	V	
T1 Sin abejas	2.63	1.72	1.77	2.54	1.00	1.93
T2 Con abejas	2.62	2.50	2.57	2.55	2.61	2.57

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	1.01761	1.01761	4.51 N.S.	0.101
Bloques	4	0.90334	0.22584	1.00	0.50
Error	4	0.90274	0.22569		
Total	9	2.82369			

N.S. = No Significativo

C.V. = 21.10454 %

Cuadro 24 A. Concentración de datos para la variable peso promedio del fruto (g.) en la variedad Starkrimson utilizando la transformación $\sqrt{(x + 1)}$ (Año 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	III	IV	V	
T1 Sin abejas	10.54	5.60	10.98	10.35	1.00	7.694
T2 Con abejas	11.67	10.09	10.98	10.47	12.08	11.058

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	28.29124	28.29124	2.58 N.S.	0.1833
Bloques	4	34.03654	8.50914	0.78	0.59
Error	4	43.81766	10.95442		
Total	9	106.14544			

N.S. = No Significativo

C.V. = 35.30019 %

Cuadro 25 A. Concentración de datos para la variable número de semillas por fruto en la variedad Starkrimson utilizando la transformación $\sqrt{(x + 1)}$ (Año 2004 y 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	III	IV	V	
T1 Sin abejas	1.75	1.92	1.29	1.5	1.0	1.05
T2 Con abejas	2.04	2.04	2.17	1.3	2.38	2.11
Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	0.96100	0.96100	7.39 *	0.0274	
Bloques	4	0.13126	0.03282	2.54	0.10	
Error	4	0.52010	0.13003			
Total	9	1.31236				
* Significativo Tukey p< 0.05						
C.V. = 6.487218 %						
Tabla de Medias						
Tratamiento	Media					
2	2.11 A					
1	1.05 B					
Nivel de Significancia = 0.05 Tukey = 1.308						

Cuadro 26 A. Concentración de datos para la variable por ciento de amarre de frutos en la variedad Red Chief utilizando la transformación $\sqrt{(x + 1)}$ (25 de Mayo del 2004).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	III	IV	V	
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	1.85	1.21	
T2 Con abejas	7.02	6.99	4.09	6.11	6.05	
Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	46.8512000	46.8512000	45.98 **	0.0066	
Bloques	3	3.15465000	1.0515500	1.03	0.4900	
Error	3	3.0569000	1.01896667			
Total	7	53.0627500				
** Altamente significativo Tukey p< 0.01						
C.V. = 27.78909 %						
Tabla de Medias						
Tratamiento	Media					
T2	6.05 A					
T1	1.21 B					
Nivel de Significancia = 0.01 Tukey = 3.6325						

Cuadro 27 A. Concentración de datos para la variable retención de fruta (número de frutos) en la variedad Red Chief utilizando la transformación $\sqrt{(x+1)}$ (25 de Mayo del 2004).

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	IV	Media
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	2.00	1.25
T2 Con abejas	7.68	7.61	4.47	6.7	6.62

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	57.5664500	57.5664500	47.23 **	0.0063
Bloques	3	3.82625000	1.2754167	1.05	0.4855
Error	3	3.6562500	1.21875000		
Total	7	65.0489500			

** Altamente significativo Tukey $p < 0.01$

C.V. = 28.07298 %

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
T2	6.62 A
T1	1.25 B

Nivel de Significancia = 0.01
Tukey = 3.9325

Cuadro 28 A. Concentración de datos para la variable retención de fruta (número de frutos) en la variedad Red Chief utilizando la transformación $\sqrt{(x+1)}$. (22 de Julio del 2004).

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	IV	Media
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	2.00	1.25
T2 Con abejas	7.21	4.36	4.12	4.36	5.01

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	28.3128125	28.3128125	19.91 *	0.021
Bloques	3	2.96103750	0.9870125	0.69	0.6143
Error	3	4.2660375	1.42201250		
Total	7	35.5398875			

* Significativo Tukey $p < 0.05$

C.V. = 38.08325 %

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
T2	5.01 A
T1	1.25 B

Nivel de Significancia = 0.05
Tukey = 3.1312

Cuadro 29 A. Concentración de datos para la variable retención de fruta (número de frutos) en la variedad Red Chief utilizando la transformación $\sqrt{(x+1)}$ (16 de Septiembre del 2004).

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	IV	Media
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	2.00	1.25
T2 Con abejas	6.4	4.24	4.12	4.36	4.78
Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	24.9218000	24.9218000	29.22 *	0.0124
Bloques	3	1.71900000	0.5730000	0.67	0.6242
Error	3	2.5590000	0.85300000		
Total	7	29.1998000			
* Significativo Tukey p< 0.05					
C.V. = 30.63284 %					
Tabla de Medias					
Tratamiento	Media				
T2	4.78 A				
T1	1.25 B				
Nivel de Significancia = 0.05					
Tukey = 3.015					

Cuadro 30 A. Concentración de datos para la variable rendimiento por tratamiento (kg.) en la variedad Red Chief utilizando la transformación $\sqrt{(x+1)}$ (Año 2004).

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	IV	Media
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	1.21	1.05
T2 Con abejas	2.6	1.9	1.7	2	2.05
Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	2.00000000	2.00000	24.0 *	0.0163
Bloques	3	0.2300000	0.0766667	0.92	0.5265
Error	3	0.25000000	0.08333333		
Total	7	2.4800000			
* Significativo Tukey p< 0.05					
C.V. = 18.6242 %					
Tabla de Medias					
Tratamiento	Media				
2	2.05 A				
1	1.05 B				
Nivel de Significancia = 0.05					
Tukey = 1.550					

Cuadro 31 A. Concentración de datos para la variable diámetro ecuatorial del fruto (cm.) en la variedad Red Chief utilizando la transformación $\sqrt{(x+1)}$ (Año 2004).

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	IV	Media
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	2.805	1.45
T2 Con abejas	2.78	2.839	2.758	2.854	2.81

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	3.6801845	3.680185	9.67 N.S.	0.0529
Bloques	3	1.308421	0.4361403	1.15	0.4566
Error	3	1.1414585	0.380486		
Total	7	6.130064			

N.S. = No significativo

C.V. = 28.96622 %

Cuadro 32 A. Concentración de datos para la variable diámetro polar del fruto (cm.) en la variedad Red Chief utilizando la transformación $\sqrt{(x+1)}$ (Año 2004).

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	IV	Media
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	2.677	1.42
T2 Con abejas	2.603	2.660	2.517	2.647	2.61

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	2.8203125	2.8203125	8.52 N.S.	0.0616
Bloques	3	1.128385	0.3761283	1.14	0.4595
Error	3	0.9933865	0.331129		
Total	7	4.942084			

N.S. = No significativo

C.V.= 28.58609 %

Cuadro 33 A. Concentración de datos para la variable peso promedio del fruto (g.) en la variedad Red Chief utilizando la transformación $\sqrt{(x + 1)}$ (Año 2004).

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	IV	Media
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	12.541	3.89
T2 Con abejas	12.057	12.691	11.25	12.994	12.25

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	139.871175	139.871175	9.94 N.S.	0.0512
Bloques	3	59.45021638	19.8167388	1.41	0.3927
Error	3	42.2310440	14.077015		
Total	7	241.552436			

N.S. = No significativo

C.V. = 46.51183 %

Cuadro 34 A. Concentración de datos para la variable número de semillas por fruto en la variedad Red Chief utilizando la transformación $\sqrt{(x + 1)}$ (Año 2004).

Tratamientos	Repeticiones				
	I	II	III	IV	Media
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	1.526	1.13
T2 Con abejas	2.297	2.351	2.107	2.391	2.29

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	2.668050	2.668050	110.41 **	0.0018
Bloques	3	0.18242600	0.0608087	2.52	0.2342
Error	3	0.0724920	0.024164		
Total	7	2.922968			

** Altamente significativo Tukey p< 0.01
--

C.V. = 9.095830 %

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
T2	2.29 A
T1	1.13 B

Nivel de Significancia = 0.01
Tukey = 1.7090

Cuadro 35 A. Concentración de datos para la variable por ciento de amarre de frutos en la variedad Red Delicious utilizando la transformación $\sqrt{x+1}$ (15 de Mayo del 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	II	IV	V	
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
T2 Con abejas	4.34	3.64	3.24	3.66	3.26	3.63

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	17.26596	17.2659600	173.95 **	0.0002
Bloques	4	0.3970400	0.0992600	1.00	0.5000
Error	4	0.39704	0.0992600		
Total	9	18.06004			

** Altamente Significativo Tukey p< 0.01

C.V. = 13.61519 %

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	3.63 A
1	1.00 B

Nivel de Significancia = 0.01
Tukey = 2.314

Cuadro 36 A. Concentración de datos para la variable retención de fruta (número de frutos) en la variedad Red Delicious utilizando la transformación $\sqrt{x+1}$ (15 de Mayo del 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	II	IV	V	
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
T2 Con abejas	4.36	3.61	3.32	3.74	3.32	3.67

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	17.82225	17.8222500	195.42 **	0.0002
Bloques	4	0.3648000	0.0912000	1.00	0.5000
Error	4	0.3648	0.0912000		
Total	9	18.55185			

** Altamente significativo Tukey p< 0.01

C.V. = 12.93334 %

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	3.67 A
1	1.00 B

Nivel de Significancia = 0.01
Tukey = 2.335

Cuadro 37 A. Concentración de datos para la variable retención de fruta (número de frutos) en la variedad Red Delicious utilizando la transformación $\sqrt{x+1}$ (22 de Junio del 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	II	IV	V	
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
T2 Con abejas	4.24	3.61	3.32	3.74	3.32	3.65

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	17.50329	17.5032900	243.3 **	0.0001
Bloques	4	0.2877600	0.0719400	1.00	0.5000
Error	4	0.28776	0.0719400		
Total	9	18.07881			

** Altamente significativo Tukey p< 0.01

C.V. = 11.54612%

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	3.65 A
1	1.00 B

Nivel de Significancia = 0.01
Tukey = 2.323

Cuadro 38 A. Concentración de datos para la variable retención de fruta (número de frutos) en la variedad Red Delicious utilizando la transformación $\sqrt{x+1}$ (22 de Julio del 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	II	IV	V	
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
T2 Con abejas	4.24	3.46	3.32	3.46	3.32	3.56

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	16.384	16.3840000	219.3 **	0.0001
Bloques	4	0.2988000	0.0747000	1.00	0.5000
Error	4	0.2988	0.0747000		
Total	9	16.98160			

** Altamente significativo Tukey p< 0.01

C.V. = 11.98741 %

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	3.56 A
1	1.00 B

Nivel de Significancia = 0.01
Tukey = 2.280

Cuadro 39 A. Concentración de datos para la variable retención de fruta (número de frutos) en la variedad Red Delicious utilizando la transformación $\sqrt{x+1}$ (22 de Agosto del 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	II	IV	V	
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
T2 Con abejas	4.24	3.46	3.32	3.46	3.32	3.56
Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	16.384	16.3840000	219.3 **	0.0001	
Bloques	4	0.2988000	0.0747000	1.00	0.5000	
Error	4	0.2988	0.0747000			
Total	9	16.98160				
** Altamente significativo Tukey p< 0.01						
C.V. = 11.98741 %						
Tabla de Medias						
Tratamiento	Media					
2	3.56 A					
1	1.00 B					
Nivel de Significancia = 0.01						
Tukey = 2.280						

Cuadro 40 A. Concentración de datos para la variable retención de fruta (número de frutos) en la variedad Red Delicious utilizando la transformación $\sqrt{x+1}$ (16 de Septiembre del 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	II	IV	V	
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
T2 Con abejas	4.24	3.46	3.32	3.46	3.32	3.56
Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	16.384	16.3840000	219.3 **	0.0001	
Bloques	4	0.2988000	0.0747000	1.00	0.5000	
Error	4	0.2988	0.0747000			
Total	9	16.98160				
** Altamente significativo Tukey p< 0.01						
C.V. = 11.98741 %						
Tabla de Medias						
Tratamiento	Media					
2	3.56 A					
1	1.00 B					
Nivel de Significancia = 0.01						
Tukey = 2.280						

Cuadro 41 A. Concentración de datos para la variable rendimiento por tratamiento (kg) en la variedad Red Delicious utilizando la transformación $\sqrt{x+1}$ (Año 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	II	IV	V	
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
T2 Con abejas	1.95	1.79	1.70	1.64	1.55	1.73

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	1.31769	1.3176900	112.96 **	0.0004
Bloques	4	0.0466600	0.0116650	1.00	0.5000
Error	4	0.04666	0.0116650		
Total	9	1.41110			

** Altamente significativo Tukey p< 0.01

C.V. = 7.924037 %

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	1.73 A
1	1.00 B

Nivel de Significancia = 0.01
Tukey = 1.363

Cuadro 42 A. Concentración de datos para la variable diámetro ecuatorial del fruto (cm.) en la variedad Red Delicious utilizando la transformación $\sqrt{x+1}$ (Año 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	II	IV	V	
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
T2 Con abejas	2.90	2.98	2.90	2.86	2.85	2.90

Análisis de Varianza					
FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	1	9.00601	9.0060100	6874.8 **	0.0001
Bloques	4	0.0052400	0.0013100	1.00	0.5000
Error	4	0.00524	0.0013100		
Total	9	9.01649			

** Altamente Significativo Tukey p< 0.01

C.V. = 1.857051 %

Tabla de Medias	
Tratamiento	Media
2	2.90 A
1	1.00 B

Nivel de Significancia = 0.01
Tukey = 1.949

Cuadro 43 A. Concentración de datos para la variable diámetro polar del fruto (cm.) en la variedad Red Delicious utilizando la transformación $\sqrt{x+1}$ (Año 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	II	IV	V	
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
T2 Con abejas	2.68	2.74	2.65	2.65	2.59	2.66
Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	6.90561	6.9056100	4650.2 **	0.0001	
Bloques	4	0.0059400	0.0014850	1.00	0.5000	
Error	4	0.00594	0.0014850			
Total	9	6.91749				
** Altamente Significativo Tukey p< 0.01						
C.V. = 2.104626 %						
Tabla de Medias						
Tratamiento	Media					
2	2.66 A					
1	1.00 B					
Nivel de Significancia = 0.01						
Tukey = 1.831						

Cuadro 44 A. Concentración de datos para la variable peso promedio del fruto (g.) en la variedad Red Delicious utilizando la transformación $\sqrt{x+1}$ (Año 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	II	IV	V	
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
T2 Con abejas	12.83	14.20	12.72	12.49	12.02	12.85
Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	351.17476	351.1747600	1056.8**	0.0001	
Bloques	4	1.3291400	0.3322850	1.00	0.5000	
Error	4	1.32914	0.3322850			
Total	9	353.83304				
** Altamente Significativo Tukey p< 0.01						
C.V. = 8.322866 %						
Tabla de Medias						
Tratamiento	Media					
2	12.85 A					
1	1.00 B					
Nivel de Significancia = 0.01						
Tukey = 6.926						

Cuadro 45 A. Concentración de datos para la variable número de semillas por fruto en la variedad Red Delicious utilizando la transformación $\sqrt{x+1}$ (Año 2005).

Tratamientos	Repeticiones					Media
	I	II	II	IV	V	
T1 Sin abejas	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
T2 Con abejas	2.51	2.24	2.85	2.92	2.45	2.59
Análisis de Varianza						
FV	GL	SC	CM	F	P>F	
Tratamientos	1	6.35209	6.3520900	156.4 **	0.0002	
Bloques	4	0.1624600	0.0406150	1.00	0.5000	
Error	4	0.16246	0.0406150			
Total	9	6.77010				
<div style="border: 1px solid black; width: 50%; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>						
C.V. = 11.21489 %						
Tabla de Medias						
Tratamiento	Media					
2	2.59 A					
1	1.00 B					
Nivel de Significancia = 0.01						
Tukey = 1.797						