

**POLINIZACIÓN ARTIFICIAL POR ASPERSIÓN EN MANZANOS CV. GALA Y  
GOLDEN DELICIOUS EN CHIHUAHUA**

**ARTIFICIAL POLLINATION SPRAYED IN APPLES CV. GALA AND GOLDEN  
DELICIOUS IN CHIHUAHUA**

**Alfonso Luis Orozco Corral <sup>1</sup> \*. Martha Irene Valverde Flores <sup>2</sup>**

<sup>1</sup>\* Grupo La Norteña. Departamento de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Km. 98.5 Carr. Chihuahua-Cuauhtémoc. Fracc. Real del Monte. C.P. 31552 Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Tel. 01 (625) 590-2537. Fax 01 (625) 590-2538. [alfonsoorozco@grupolanorteña.com](mailto:alfonsoorozco@grupolanorteña.com).

<sup>2</sup> Ex-Investigador. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Sierra de Chihuahua. Departamento de Socioeconomía. Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Km. 98.5 Carr. Chihuahua-Cuauhtémoc. Fracc. Real del Monte. C.P. 31552 Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Tel. 01 (625) 590-2537. Fax 01 (625) 590-2538.

## RESUMEN

En la producción de manzana (*Malus X domestica* Borkh), cuando la calidad del polen no es adecuada o cuando las condiciones ambientales dificultan la actividad de las abejas, la aplicación artificial de polen es una alternativa para suplir esa necesidad. El incremento en los rendimientos obtenidos con la polinización artificial en regiones caracterizadas por presentar altas temperaturas y fuertes vientos durante la época de floración, está basado esencialmente en aplicar el polen cuando las condiciones climáticas son las óptimas. En el presente trabajo se evalúa la aplicación de polen asperjado en conjunto con la introducción de cuatro colmenas por hectárea de abejas melíferas. Este estudio se llevó a cabo en el 2009, en la región manzanera de Chihuahua, en dos huertas propiedad de Grupo La Norteña. En el estadio floral de botón rosa fueron introducidas cuatro colmenas por hectárea y cuando la fenología nos indicó un 75 a 80 % de plena floración se polinizó artificialmente por el método de aspersión. En cultivares Gala, analizando los parámetros de número de semillas y carpelos con semillas por fruto, amarre de fruto y rendimiento por hectárea, el mejor tratamiento fue T-4 (una aplicación de 200 gr. ha<sup>-1</sup> al 100 % de cubrimiento), debido a que se logró un mayor volumen de producción y cuyo costo fue de \$2,541.18 por hectárea. En Golden Delicious, los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento T-3 (tres aplicaciones en días consecutivos de 100 gr. ha<sup>-1</sup> cada una al 50 % de cubrimiento) en todas las variables y el costo fue de \$3,811.77 por hectárea.

**Palabras clave:** *Malus X domestica* Borkh, polinización artificial, gala, golden delicious.

## SUMMARY

In apple production (*Malus X domestica* Borkh), when the quality of pollen isn't adequate or when environmental conditions hinder the activity of bees (foraging), the application of artificial pollen is an alternative to replace this necessity. The increased yields obtained with artificial pollination in regions known to present high temperatures and strong winds during flowering time is essentially based on the application of pollen when climatic conditions are optimum. In this study we evaluate the application of pollen sprinkled on different doses and repetitions together with the introduction of four honey beehives per hectare. This study took place in 2009, in the apple region of Chihuahua, in two orchards that are property of Grupo La Norteña. In the floral stage of pink button we introduced four beehives per hectare and when its phenology indicated a 75 thru 80% full blossom we artificially pollinated using the sprinkle method. In Gala cultivars, analyzing the parameters of the number of seeds and carpels with seed per fruit, fruit set and yield per hectare, the best treatment was T-4 (an application of 200 gr. ha<sup>-1</sup> each one of them at 100% coverage), due to the obtainment of a major production volume and which cost was of \$2,541.18 per hectare (\$195.48 USD). In Golden Delicious, the best results were obtained in the T-3 treatment (three applications in consecutive days of 100 gr. ha<sup>-1</sup> each one of them at 50% coverage) in all the

variables and the cost was \$3,811.77 per hectare (\$293.21 USD).

**Index words:** *Malus X domestica* Borkh, artificial pollination, gala, golden delicious.

## INTRODUCCIÓN

La polinización juega un papel fundamental para lograr una buena producción de manzana y consiste en el transporte de los granos de polen de la antera al estigma de una flor. En el manzano este proceso es realizado principalmente por la abeja melífera, por lo que es necesario contar con un número idóneo de colmenas durante la época de floración para que la polinización se lleve a cabo eficientemente.

En la región manzanera de Cuauhtémoc y Guerrero del estado de Chihuahua se observan variaciones anuales en la producción de manzana. La inadecuada polinización es causa de esa variabilidad en los rendimientos, ya sea por factores tales como la falta de variedades polinizadoras adecuadas o por escasa población de agentes polinizantes como la abeja melífera (Guerrero *et. al.*, 2006).

La polinización por insectos es un requisito necesario para la producción tradicional de manzana, pero en los agroecosistemas los polinizadores silvestres son escasos para asegurar una adecuada polinización. Insecticidas, herbicidas y prácticas inadecuadas de cultivo han reducido o eliminado las poblaciones de insectos polinizadores, hasta el punto de hacerlos insuficientes

para la polinización de plantaciones comerciales, por lo que los productores prácticamente dependen de la abeja melífera para cumplir con los requerimientos de polinización de sus huertas (Mayer y Lunden, 1986; Mayer, 1994).

La mayor parte de las variedades son auto-incompatibles, es decir que su polen no fecunda a la misma flor, requiriendo el polen de otra variedad. Las variedades Rome Beauty y Golden Delicious, son parcialmente auto-compatible pero igualmente necesitan a las abejas para el transporte de polen entre flores, sin cuyo trabajo no se logra obtener cosechas de valor comercial (Mata y Villagrán, 2008).

Cuando la calidad del polen no es adecuada o cuando las condiciones ambientales dificultan la actividad de las abejas (pecoreo), la aplicación artificial de polen es una alternativa para suplir esa necesidad. El incremento en los rendimientos obtenidos con la polinización artificial en regiones caracterizadas por presentar altas temperaturas y fuertes vientos durante la época de floración, está basado esencialmente en aplicar el polen cuando las condiciones climáticas son las óptimas. La polinización artificial, también llamada polinización asistida, se está convirtiendo en una práctica cada vez más común en muchos cultivos. (Ayerza y Coates, 2004).

La polinización es el paso del polen desde los estambres (estructuras masculinas) de la flor al estigma del pistilo (estructura femenina) de la misma flor o de otra distinta. Cuando el polen

pasa del estambre al estigma de la misma flor, se conoce como autopolinización o autogamia. La polinización cruzada o alogamia es el paso del polen de los estambres de una flor a los estigmas de otra flor de la misma planta o de una distinta de la misma especie. La polinización cruzada produce una descendencia más variada y adaptable a los cambios del medio y producen semillas de mejor calidad (Reyes y Cano, 1992).

En el polen se encuentran los gametos masculinos y cuando es transportado por las abejas y dichos gametos son depositados en otra flor se logra la polinización. El intercambio del polen a la parte femenina no garantiza que se forme el fruto pues el siguiente proceso es la fecundación, En la fecundación el grano de polen germina y desarrolla un tubo polínico que permite la unión de los gametos masculinos contenidos en el polen con los femeninos de los óvulos para formar un embrión. La formación de semillas son el resultado de esa fecundación, las cuales influyen directamente en la estimulación del desarrollo del fruto (Guerrero *et. al.*, 2006).

La polinización del manzano por las abejas incrementa la producción y la calidad de fruto, esto se debe a que el manzano requiere de la fecundación de todos o casi todos sus óvulos para crecer de manera regular. Las abejas aseguran el máximo tamaño y rendimiento si se introducen suficientes colmenas, si hay suficiente polen disponible y si las condiciones de clima favorecen el pecoreo (Ambrose, 1990; Reyes y Cano,

1992; Mayer, 1977; Mata y Calvo, 2005).

La actividad pecoreadora de las abejas es influenciada por la temperatura y radiación solar. Las abejas no vuelan si la temperatura está por debajo de los 9 °C. El pecoreo y la temperatura presentan una fuerte correlación lineal en el rango de 14-22 °C, a partir de los 14 °C el vuelo de las abejas es creciente hasta los 22 °C y a partir de los 23 °C la actividad desciende notablemente (Reyes y Cano, 1992; Mayer *et. al.*, 1989, Reyes y Cano, 2000).

Las abejas pueden volar en días nublados y tienden a permanecer cerca de la colmena en la mañana y en la tarde. Cuando el sol se encuentra en el zenit (12:00 horas) disminuye la actividad pecoreadora, así también como al aumentar la humedad relativa y la velocidad del viento. Las abejas vuelan a 22 Km/h por lo que velocidades del viento cercanas o mayores afectan adversamente su vuelo. A velocidades de viento entre 14 y 32 Km/h la actividad pecoreadora disminuye o cesa por completo. En huertos manzaneros dicha actividad disminuye notablemente a velocidades del viento de 11 Km/h (Mayer *et. al.*, 1985).

En el manzano la apertura de las anteras y subsecuente exposición del polen ocurre a un ritmo específico de acuerdo a la variedad y está influenciado por las condiciones climáticas. No habrá apertura de las flores con temperaturas inferiores a 10 °C. después de algunos días fríos o ventosos la colecta de polen es mas intensa debido a que las necesidades de polen de la colmena son

mayores después de un período de confinamiento y porque las abejas responden rápidamente al mejoramiento de las condiciones climáticas (Mayer, 1992).

Las condiciones ambientales adversas pueden causar la no funcionalidad polínica (Fernández-Muñoz *et. al.*, 1995; Tanner *et. al.*, 1990; Mayer *et. al.*, 1989) lo que está en dependencia del genotipo. Las altas temperaturas inhiben la floración, la producción de polen y su viabilidad. También es bloqueada la diferenciación y el crecimiento del esporofito es reducido (Bamberg, 1995; Van Marrewijk, 1993; Almekinders, 1995).

El estrés de calor y de humedad provocan una disminución de la cantidad y calidad del polen (Van Marrewijk, 1993), lo que puede ser ocasionado por una menor cantidad de nutrientes presentes en la antera y la degeneración temprana del tapete, así como una reducción importante en el número de granos formados como consecuencia del elevado porcentaje de aborto de células madre de polen y de microsporas en diferentes etapas de su formación (Domínguez, 2000).

El manzano presenta flores en conjuntos de 5 – 6. La flor es de 5 pétalos y presenta un agradable aroma y nectarios que la hacen muy atractiva a las abejas. No existen variedades comerciales que produzcan frutos de calidad sin la presencia de abejas puesto que la polinización permite la formación de semillas y esta produce las hormonas que estimulan el desarrollo de fruto (Mayer, 1991).

El manzano requiere polinización cruzada por lo que deben contar con variedades polinizadoras compatibles en fertilidad y en el período de floración, para que las abejas transfieran el polen de esos árboles a las variedades comerciales afectando positivamente la cantidad y calidad de los frutos, ya que cuando las flores del manzano son polinizadas deficientemente dan origen a frutos deformes y pequeños con poco o nulo valor comercial. Para que dichos polinizadores sean efectivos, deberán florear pocos días antes que la variedad comercial, aunque esto puede cambiar de un lugar a otro; la dinámica de floración (fenología) se ve influenciada por la temperatura ya que el tiempo frío prolonga la floración y el tiempo cálido la acelera (Mayer *et. al.*, 1986; Mayer y Lunden, 1988; Guerrero *et. al.*, 2006).

No obstante lo anterior, la abeja melífera tiende a discriminar y preferir variedades en particular, lo que puede traducirse en una polinización incompleta; si una de las variedades produce néctar y sus anteras no han liberado el polen o liberan el polen con poco néctar, las abejas no harán su trabajo eficientemente, por lo que debe de distribuirse una cantidad suficiente de colmenas por hectárea; Ambrose (1990) y Crane y Walker (1984) recomiendan 2 colmenas/ha., mientras que McGregor (1976) sugiere 3, Mayer (1988) opina que 4 colmenas por hectárea son suficientes y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos USDA (1986) simplemente unifica los criterios recomendando de 2 a 4 colmenas.

Dado que la viabilidad del polen en un mismo lote y en un mismo año varía durante el periodo de floración, con una tendencia decreciente a medida que se acerca a su finalización, la polinización artificial permite la aplicación de polen de máxima calidad en los distintos momentos del periodo de apertura floral (Ayerza y Coates, 2004).

Varios estudios realizados sobre polinización artificial en diferentes cultivos como el kiwi (Hopping y Hacking, 1983), guanábana (Porrás et al., 2006), tomates (Kepcka, 1965), ciruelos (Keulemans, 1994), pistacho (Kuru, 1995), atemoya (Melo et al., 2004), jojoba (Ayerza y Coates, 2004), Peras (Visser, 1983) y manzanas (Kellerhals y Wirthner-Christinet, 1996; Guevara, 1992 y Visser, 1983) coinciden en señalar el aumento de los rendimientos y calidad de fruto.

La demanda del mercado interno es mayor que la producción nacional, por ello se tiene que importar fruta de Estados Unidos de Norteamérica y Chile, de ahí la importancia de asegurar la competencia de mercado, al obtener fruta de calidad aplicando diversas prácticas de cultivo como la introducción de colmenas de abejas con la finalidad de que la polinización sea efectiva, lo que provoca un alto amarre de fruto y acompañarlo con el raleo lleva a una mejor calidad de fruta, por ello en el presente trabajo se evalúa la aplicación de polen asperjado en conjunto con la polinización tradicional con la introducción de colmenas de abejas melíferas.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la polinización artificial por aspersión en manzanas Gala y Golden Delicious, sobre el rendimiento, porcentaje de amarre, cantidad de semillas y número de carpelos con semilla por fruto, peso, diámetro polar y ecuatorial, deformación de fruto y presencia de roña.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Este estudio se llevó a cabo en el 2009, en la región manzanera de Chihuahua, situada al noroeste del estado, en dos huertas propiedad de Grupo La Norteña.

### **1) Huerta La Finca**

Localizada en el municipio de Cusihiuriachic cuyas coordenadas son: Latitud 28° 6' Norte y Longitud 107° 3' Oeste; con un altitud de 2,289 msnm., temperatura media anual de 15.1 °C y precipitación pluvial media anual de 400 mm., de la cual el 90 % ocurre durante el verano (Junio – Agosto). Los cultivares tratados fueron Gala con portainjertos clonales enanizantes M7 y bajo el sistema de conducción solaxé, plantados a 3.60 x 1.0 m. (2,777 árboles/ha), de 4 años de edad. Para este estudio se contó con siete lotes adyacentes de una hectárea, uno para cada tratamiento (Cuadro 1). La velocidad del viento fue de 5.8 – 9.4 Km/h con dirección noreste, temperatura de 10 – 23 °C, humedad relativa de 12 – 49 y no se registró precipitación pluvial. Se utilizó polen para cultivares Red Delicious de la compañía Firman Pollen Co. en Yakima, Washington, USA. Se realizó una sola aplicación de polen asperjado el 21 de

Marzo del 2009, con las dosis de 25, 50 y 75 gr/250 lt de agua en tres tratamientos que cubren el 50% de la superficie/ha y otros tres tratamientos

con igual dosis para cubrir el 100% de la superficie/ha. (cuadro 1). El tiempo de aplicación fue de 20 minutos por cada 250 litros asperjados.

**Cuadro 1.** Especificaciones de los tratamientos de polinización artificial en cultivares Gala.

Tratamiento	Dosis (gr./250 Lt.)	Cubrimiento* (%)	Fecha Aplicación	Plena Floración (%)	Superficie Tratada (ha.)	Vol. Aplic. Lt./ha.	Dosis/ha. (gr.)
T1 (1-A)	25	50	21-Mar	80	1	500	50
T2 (1-B)	25	100	21-Mar	80	1	1000	100
T3 (2-A)	50	50	21-Mar	80	1	500	100
T4 (2-B)	50	100	21-Mar	80	1	1000	200
T5 (3-A)	75	50	21-Mar	80	1	500	150
T6 (3-B)	75	100	21-Mar	80	1	1000	300
T7 (Testigo)	0	0	21-Mar	80	1	0	0

\* El 50 % indica que se asperjo en calles alternas y el 100 % indica que fue asperjado en todas sus calles.

## 2) Huerta El Rosario

Localizada en el municipio de Guerrero cuyas coordenadas son: Latitud 28° 27' Norte y Longitud 107° 12' Oeste; con un altitud de 2,136 msnm., temperatura media anual de 14.4 °C y precipitación pluvial media anual de 380 mm., de la cual el 90 % ocurre durante el verano (Junio – Agosto). Los cultivares tratados fueron Golden Delicious con portainjertos clonales M-111 y bajo el sistema de conducción de eje central, plantados a 6.0 x 3.0 m. (555 árboles/ha), de 24 años de edad. Para este estudio se contó con cuatro lotes adyacentes, uno para cada tratamiento (Cuadro 2) con una extensión total de 79-58-00 hectáreas. La velocidad del

viento fue de 5.8 – 7.22 Km/h con dirección noreste, temperatura de 2 – 25 °C, humedad relativa de 8 – 80 y no se registró precipitación pluvial. Se utilizó polen para cultivares Golden Delicious de la compañía Firman Pollen Co. en Yakima, Washington, USA. Se pusieron tres tratamientos; el primero con una aplicación de 50 gr/250 lt de agua, el segundo con dos aplicaciones y el tercero con tres aplicaciones de la misma dosis, las fechas de aplicación fueron los días 22, 23 y 24 de Abril del 2009, con un cubrimiento del 50% de la superficie/ha. (cuadro 2). El tiempo de aplicación fue de 20 minutos por cada 250 litros asperjados.

**Cuadro 2.** Especificaciones de los tratamientos de polinización artificial en Golden Delicious.

Tratamiento	Dosis (gr./250 Lt.)	Cubrimiento* (%)	Fecha de Aplicación			Plena Floración (%)	Sup. Tratada (ha.)	Volúmen Aplicado (Lt./ha)	Dosis/ha. (gr.)
			1a.	2a.	3a.				
T1 (P-2B)	50	50	22-Abr			80	12.59	500	100
T2 (P-4)	50	50	22-Abr	23-Abr		80	24.01	1000	200
T3 (P-2A)	50	50	22-Abr	23-Abr	24-Abr	80	31.16	1500	300
T4 (Testigo) P-6	0	0	-	-	-	80	11.82	0	0

\* El 50 % de cubrimiento indica que se asperjo en calles alternas.

El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado con cinco repeticiones por tratamiento. En cada tratamiento se marcaron cinco árboles (repeticiones), uniformes en edad, tamaño, sanidad, tipo de suelo y manejo. En cada árbol se marcó una rama en cada orientación cardinal (Norte, Sur, Este y Oeste). Se efectuó un conteo del número de racimos por rama (r/R), flores por racimo (Fl/r) y los frutos amarrados por racimo (F Am/r) para determinar el porcentaje de amarre (% Am). Se decidió dejar un fruto por racimo (F/r) en los cultivares Gala y dos frutos en los cultivares Golden Delicious, y a partir de ese dato se determinaron los promedios de frutos raleados por rama (% F Ral/R), porcentajes de raleo total (% Ral) y los frutos por rama (F/R). Así mismo se realizaron mediciones de las siguientes variables: diámetro polar ( $\emptyset$  Polar), diámetro ecuatorial ( $\emptyset$  Ecuatorial), peso de fruto, número de semillas por fruto, número de carpelos llenos por fruto, presencia de deformaciones y enroñamiento (russeting) de fruto. En cosecha se determinó el rendimiento en toneladas por hectárea.

En el estadio floral de botón rosa fueron introducidas cuatro colmenas por hectárea y cuando la fenología nos indicó un 75 a 80 % de plena floración se polinizó artificialmente por el método de aspersión utilizando aspersoras Durand-Wayland modelo DW-AF505CPS y tractores John Deere modelo Narrow 5425. Se calibró el equipo a 12.5 Lpm, 100 PSI de presión, en velocidad de tracción 2ª. baja, a 1,500 rpm, utilizando espreas Tee Jet no. 6, se invirtió el núcleo (cono) y los filtros se quitaron para evitar la filtración del polen y taponamientos.

Se formuló la hipótesis de que la polinización artificial por el método de aspersión podría no incidir positivamente sobre los parámetros antes descritos, es decir que no habría diferencias en el efecto de los tratamientos debido a la alta densidad de colmenas por hectárea.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS versión 15.0. Se realizó un análisis de varianza. Una vez que se determinó efecto significativo de los tratamientos se utilizó la prueba de diferencia honesta significativa de Tukey.

Los costos para la aplicación de polen asperjado fueron obtenidos a través de un análisis de ingreso, que incluyó el uso de maquinaria, mano de obra y los insumos utilizados. Para el cálculo de los costos por la utilización de maquinaria se tomó en cuenta el mantenimiento de ésta. El combustible se calculó con la ecuación de consumo. Las tasas de interés y la paridad del dólar se calcularon con el promedio de éstas, en el momento de las aplicaciones.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **1. Cultivares Gala**

En el cuadro 3 se puede apreciar los porcentajes de amarre para cada orientación cardinal y los promedios para cada tratamiento en cultivares Gala, observándose que las ramas con orientación oeste tuvieron mayor porcentaje de amarre en los tratamientos 1, 2, 3 y 4; en el tratamiento 5 y 6, el mayor porcentaje se observa en orientación norte; mientras que en el testigo, el mayores porcentajes fue en la orientación oeste. Esto nos indica que



los mayores porcentajes de amarre se dan en las ramas orientadas al oeste.

Respecto al promedio, el testigo tuvo el menor porcentaje de amarre.

**Cuadro 3.** Porcentajes de amarre por tratamiento en cultivares Gala

Ubicación Ramas	Porcentaje de Amarre por Tratamiento						
	T1 (1-A)	T2 (1-B)	T3 (2-A)	T4 (2-B)	T5 (3-A)	T6 (3-B)	T7 (Testigo)
OESTE	47.45	47.43	45.90	57.40	47.96	55.13	40.43
ESTE	43.70	41.58	43.40	49.36	46.36	46.98	37.26
NORTE	46.45	43.00	43.37	52.45	54.64	55.86	39.81
SUR	33.53	39.97	41.61	45.29	49.56	46.87	35.19
PROMEDIO	42.78	43.00	43.57	51.13	49.63	51.21	38.17

Los resultados obtenidos en cultivares Gala se pueden observar en el cuadro 4 donde se presentan los promedios al efectuarse un conteo del número de frutos amarrados por racimo (F Am/r) con lo que se calculó el porcentaje de

amarre (% Am); así como también en base a la decisión de dejar un solo fruto por racimo, determino el promedio de frutos raleados por rama (F Ral/R), para calcular el porcentaje total de raleo (% Ral) y el promedio de frutos por rama (F/R).

**Cuadro 4.** Promedios obtenidos en cultivares Gala de las variables: Frutos Amarrados por racimo; Porcentaje de amarre; Frutos raleados por rama; Porcentaje de raleo; Frutos por rama (total).

Tratamiento	F Am/r	% Am	F Ral/R	% Ral	F/R
T1 (1-A)	1.95	42.78	0.95	48.72	7.9
T2 (1-B)	2.15	43.00	1.15	53.49	10.7
T3 (2-A)	2.30	43.57	1.3	56.52	8.95
T4 (2-B)	2.55	51.13	1.55	60.78	14.0
T5 (3-A)	2.65	49.63	1.65	62.26	11.4
T6 (3-B)	2.80	51.21	1.8	64.29	8.25
T7 (Testigo)	1.70	38.17	0.7	41.18	8.65

F Am/r = Frutos Amarrados por racimo; % Am = Porcentaje de amarre; F Ral/R = Frutos raleados por rama; % Ral = Porcentaje de raleo; F/R = Frutos por rama.

En el cuadro 5 se presentan las variables según tratamiento para cultivares Galas, apreciándose que para diámetro polar y ecuatorial, y peso el T6 fue el que obtuvo los mejores resultados; para el número de semillas por fruto los mejores fueron T4, T5 y T6; para carpelos con semilla fueron T4 y T5; Los tratamientos T4 y T6 fueron los que

obtuvieron los mejores resultados en porcentaje de amarre de fruto; el mejor rendimiento fue para T4; en deformación de fruto fueron T4, T5 y T6; en presencia de roña en frutos (russetting) en el testigo fue el que presentó los mayores porcentajes. Hubo efecto significativo en todas las variables según Tukey ( $p < 0.05$ ).

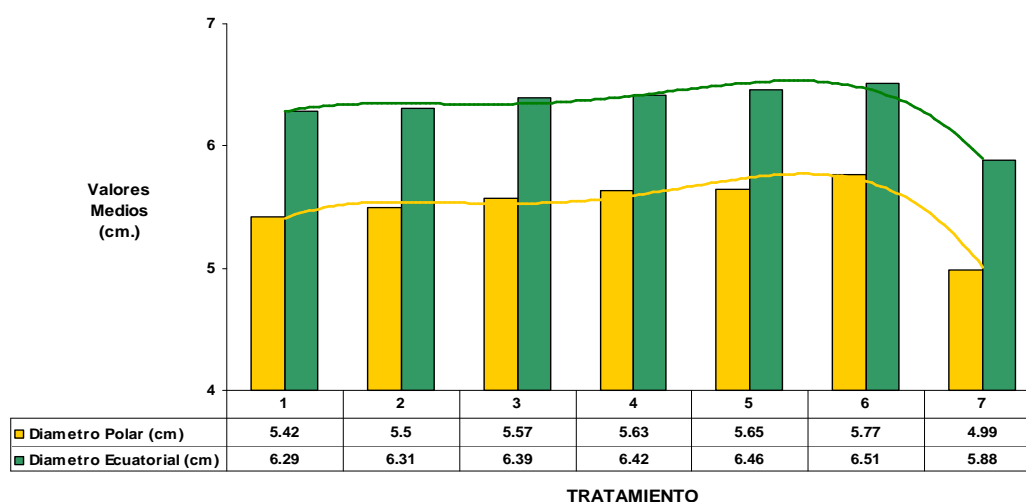
**Cuadro 5.** Análisis de las variables según tratamiento en cultivares Gala mediante la prueba de Tukey.

Tratamiento	VARIABLES EN GALAS								
	Diám. Polar (cm.)	Diám. Ecuat. (cm.)	Peso (gr.)	Semillas /Fruto	Carpelos Llenos	Amarre (%)	Rendim (Ton./ha.)	Deform. %	Roña %
T1 (1-A)	5.42 d	6.29 d	123.37 c*	4.75 b*	3.80 d	42.78 e	25.41 e	10.00 bc*	5.00 b*
T2 (1-B)	5.50 cd	6.31 cd	125.30 c*	4.70 b*	4.00 cd	43.00 d	26.47 d	15.00 b	0.00 b*
T3 (2-A)	5.57 bc	6.39 bcd	130.95 b*	5.00 b*	4.20 bc	43.57 c	27.46 c	7.50 bc*	2.50 b*
T4 (2-B)	5.63 b*	6.42 abc	132.82 b*	<b>5.85 a*</b>	<b>4.60 a*</b>	<b>51.13 a*</b>	<b>32.72 a</b>	<b>5.00 c*</b>	<b>0.00 b*</b>
T5 (3-A)	5.65 b*	6.46 ab	134.67 ab	<b>5.65 a*</b>	<b>4.57 a*</b>	49.63 b	31.78 b*	<b>5.00 c*</b>	<b>0.00 b*</b>
T6 (3-B)	<b>5.77 a</b>	<b>6.51 a</b>	<b>138.07 a</b>	<b>5.65 a*</b>	4.50 ab	<b>51.21 a*</b>	31.87 b*	<b>2.50 c*</b>	<b>0.00 b*</b>
T7 (Testigo)	4.99 e	5.88 e	99.75 d	3.80 c	3.20 e	38.17 f	25.10 f	32.50 a	17.50 a

\* Medias con misma letra son estadísticamente iguales según Tukey (p<0.05)

En la figura 1 se presentan los gráficos de medias de las variables analizadas por tratamiento de los diámetros ecuatorial y polar en

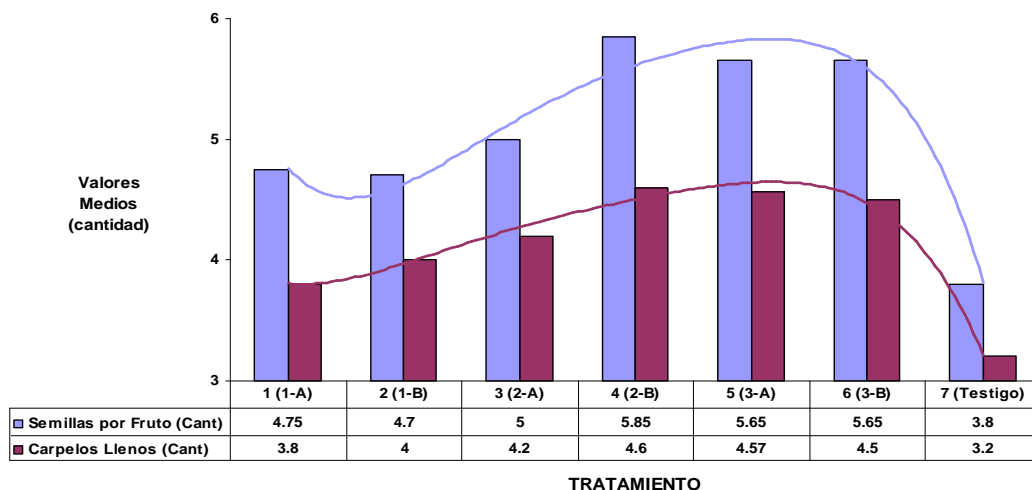
cultivares Gala, apreciándose que el testigo (T7) obtuvo los menores diámetros. En ambas variables el mejor tratamiento fue el T6.



**Figura 1.** Diámetro Ecuatorial y Polar en Galas.

En la figura 2 se observan las medias para las variables de número de semillas y carpelos con semilla por fruto en cultivares Gala, donde se observa que el

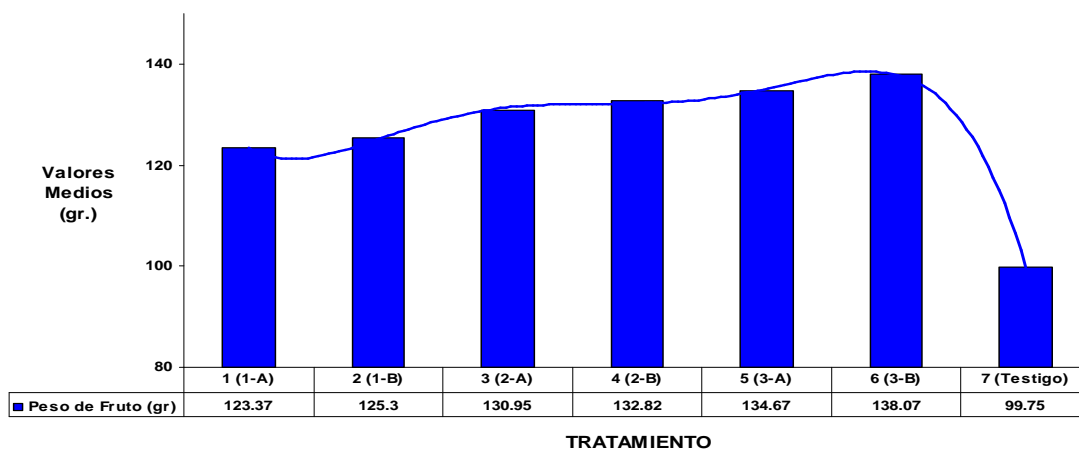
mejor tratamiento fue el T4 y en el testigo (T7) hubo efecto significativo en ambas variables.



**Figura 2.** Número de Semillas y Carpelos Llenos por fruto en Galas

En la figura 3 se puede observar las medias para peso de fruto en cultivares Gala, apreciándose que el testigo (T7)

obtuvo pesos muy inferiores que los demás tratamientos; el mejor tratamiento fue T6.



**Figura 3.** Peso de fruto en Galas.

En la figura 4 se observan las medias para las variables de deformación y presencia de roña en fruto en cultivares

Gala, apreciándose que en el testigo (T7) hubo mayor porcentaje con un efecto significativo en ambas variables.

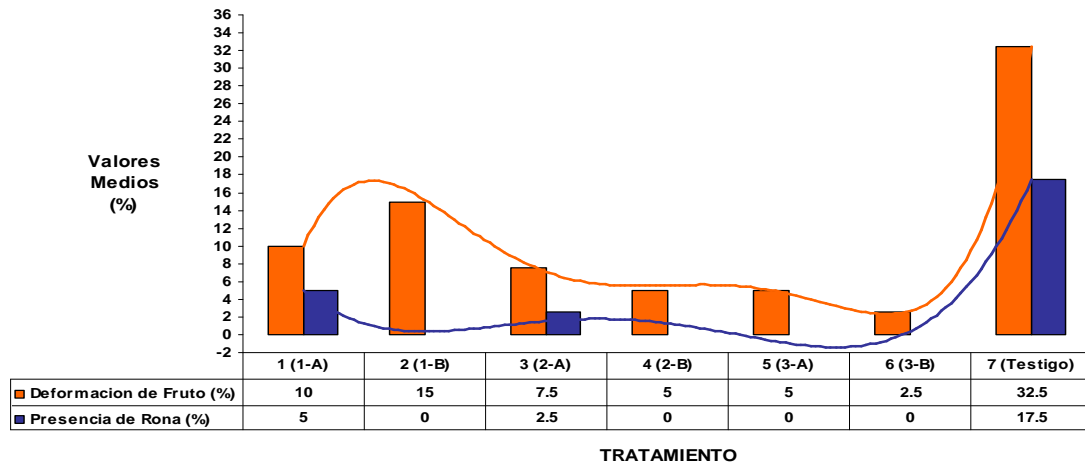


Figura 4. Deformación y Enroñamiento de fruto en Galas.

En la figura 5 se observan las medias para las variables de rendimiento y amarre de fruto en cultivares Gala, apreciándose que en el testigo (T7) hubo

efecto significativo en ambas variables; los mejores resultados se observan en T4.

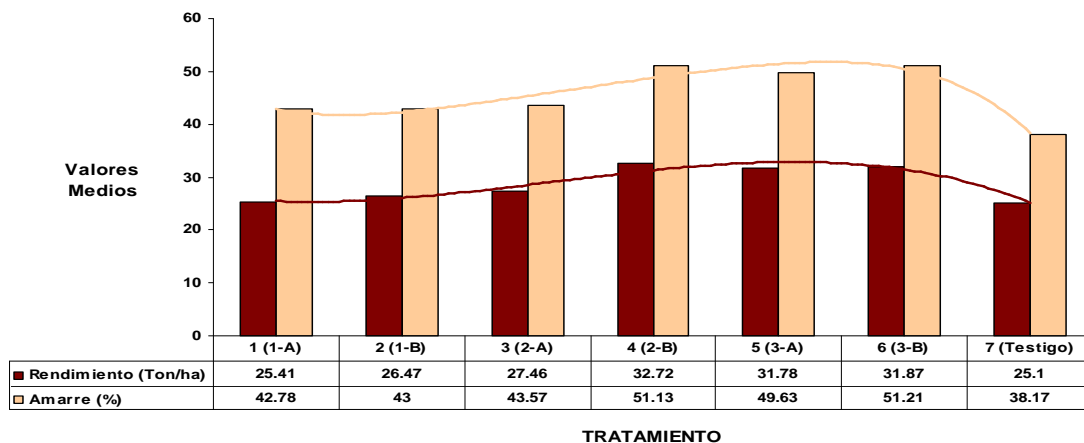


Figura 5. Rendimiento y Amarre de fruto en Galas.

## 2. Cultivares Golden Delicious

En el cuadro 6 se puede apreciar los porcentajes de amarre para cada orientación cardinal y los promedios para cada tratamiento en cultivares Golden Delicious, observándose que las ramas con orientación oeste tuvieron

mayor porcentaje de amarre en todos los tratamientos. El tratamiento 3 (3 aplicaciones consecutivas de polen asperjado) obtuvo los mayores porcentajes de amarre. El testigo tuvo el menor porcentaje de amarre.

**Cuadro 6. Porcentajes de amarre por tratamiento en cultivares Gala**

Ubicación Ramas	Porcentaje de Amarre por Tratamiento			
	T1 (P-2B)	T2 (P-4)	T3 (P-2A)	T4 (Testigo) (P-6)
OESTE	47.45	47.43	45.90	40.43
ESTE	43.70	41.58	43.40	37.26
NORTE	46.45	43.00	43.37	39.81
SUR	33.53	39.97	41.61	35.19
PROMEDIO	42.78	43.00	43.57	38.17

Los resultados obtenidos en cultivares Golden Delicious se pueden observar en el cuadro 7, donde se presentan los promedios al efectuarse un conteo del número de racimos por rama (r/R), flores por racimo (Fl/r) y frutos amarrados por racimo (F Am/r) con lo que se calculó el porcentaje de amarre (% Am); así como

también en base a la decisión de dejar dos frutos por racimo (F/r) se determinó el promedio de frutos raleados por rama (F Ral/R), para calcular el porcentaje total de raleo (% Ral) y el promedio de frutos por rama (F/R).

**Cuadro 7.** Promedios obtenidos en cultivares Golden Delicious de las variables: Frutos amarrados por racimo; Porcentaje de amarre; Frutos raleados por rama; Porcentaje de raleo; Frutos por rama (total).

Tratamiento	F Am/r	% Am	F Ral/R	% Ral	F/R
T1 (P-2B)	2.75	55.00	0.75	27.27	116
T2 (P-4)	2.95	59.00	0.95	32.20	101
T3 (P-2A)	3.55	71.00	1.55	43.66	118
T4 (Testigo) (P-6)	2.15	43.00	0.15	6.98	117

**F Am/r** = Frutos Amarrados por racimo; **% Am** = Porcentaje de amarre; **F Ral/R** = Frutos raleados por rama; **% Ral** = Porcentaje de raleo; **F/R** = Frutos por rama

En el cuadro 8 se presentan las variables según tratamiento para cultivares Golden Delicious, apreciándose que los mejores

resultados se obtuvieron en el tratamiento T3; en el testigo (T4) hubo efecto significativo en todas las variables, según Tukey ( $p < 0.05$ ).

**Cuadro 8.** Análisis de las variables según tratamiento en Golden Delicious mediante la prueba de Tukey.

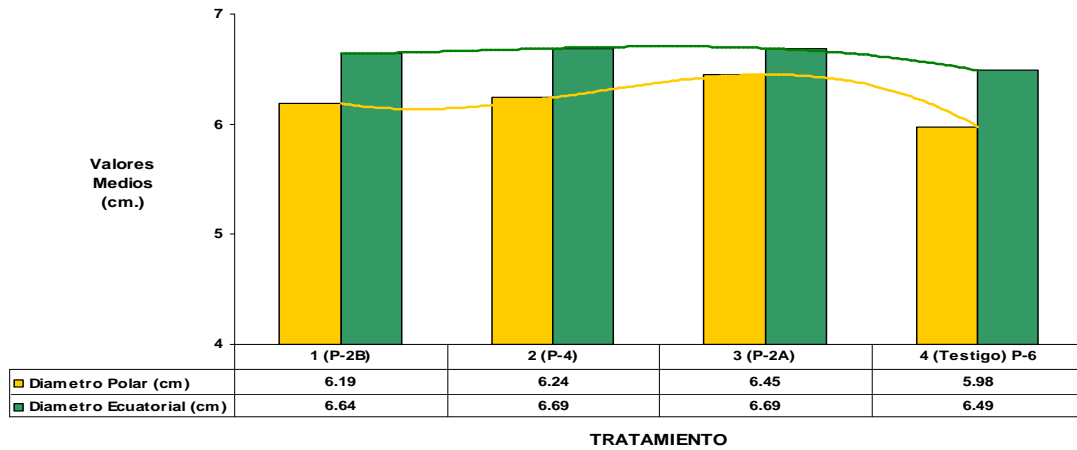
Tratamiento	VARIABLES EN GOLDEN DELICIOUS								
	Diám. Polar (cm.)	Diám. Ecuat. (cm.)	Peso (gr.)	Semillas /Fruto	Carpelos Llenos	Amarre (%)	Rendim. (Ton./ha.)	Deform. %	Roña %
T1 (P-2B)	6.19 b*	6.64 a*	135.35 b	2.77 b*	2.22 c	29.03 c	32.25 c	18.00 b*	29.00 b
T2 (P-4)	6.24 b*	6.69 a*	138.42 ab	3.16 b*	2.57 b	30.59 b	41.53 b	15.00 b*	32.00 ab
T3 (P-2A)	6.45 a	6.69 a*	144.56 a	4.85 a	3.38 a	35.71 a	59.18 a	15.00 b*	13.00 c
T4 (Testigo) (P-6)	5.98 c	6.49 b	127.93 c	1.87 c	1.61 d	27.95 d	24.67 d	37.00 a	41.50 a

\* Medias con misma letra son estadísticamente iguales (Tukey  $p < 0.05$ )

En la figura 6 se presentan los gráficos de medias de las variables analizadas por

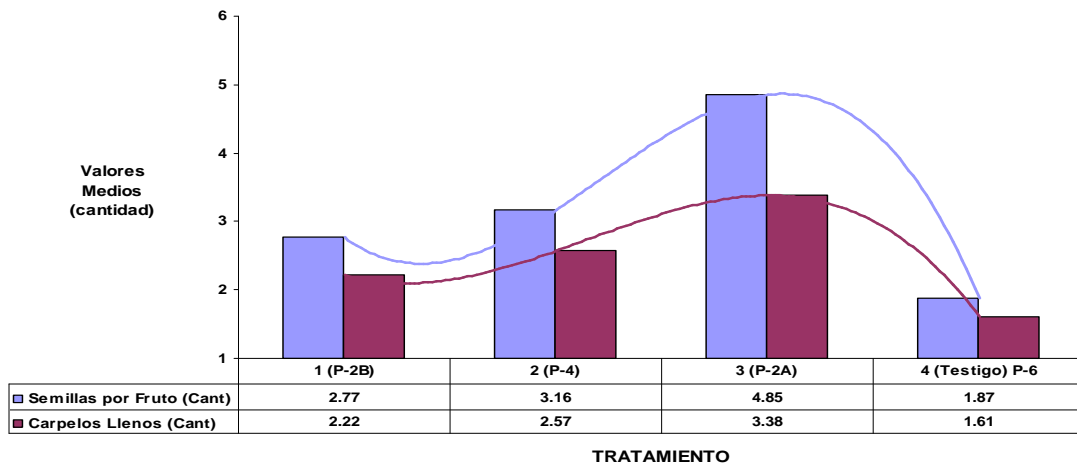
tratamiento de los diámetros ecuatorial y polar en cultivares Golden Delicious,

apreciándose que en el testigo (T4) se observaron los menores diámetros.



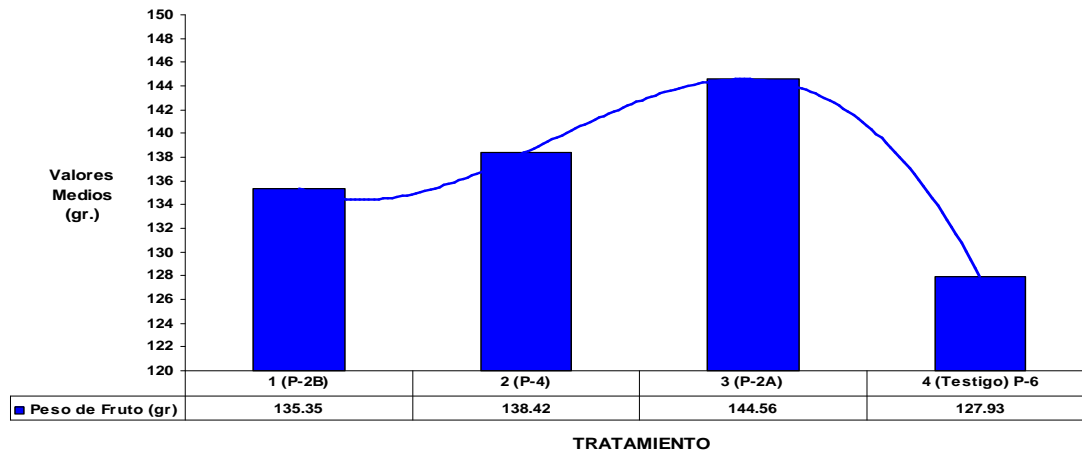
**Figura 6.** Diámetro Ecuatorial y Polar en Golden Delicious.

En la figura 7 se observan las medias para las variables de número de semillas y carpelos con semilla por fruto en cultivares Golden Delicious, apreciándose que el tratamiento T3 fue el que obtuvo los mejores resultados.



**Figura 7.** Número de Semillas y Carpelos Llenos por Fruto en Golden Delicious.

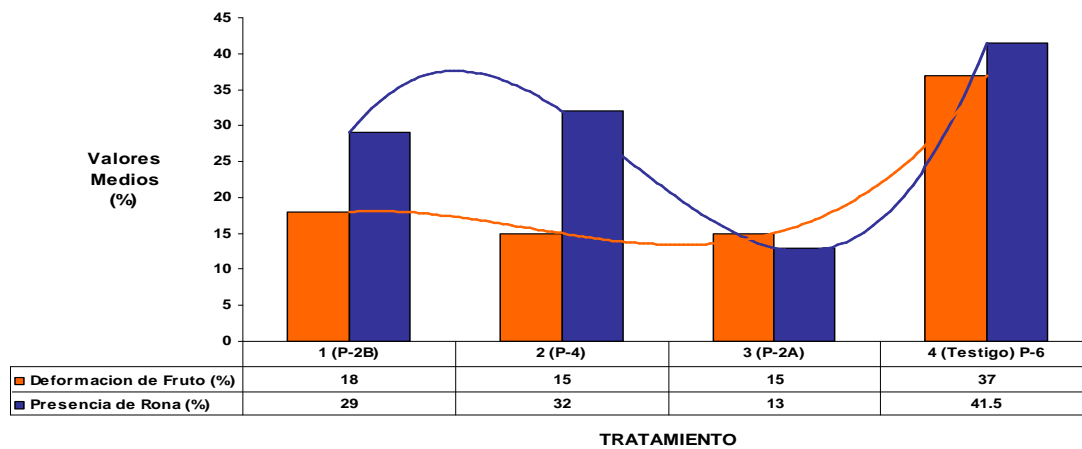
En la figura 8 se puede observar las medias para peso de fruto en cultivares Golden Delicious, siendo el T3 el que obtuvo el mayor peso y el testigo (T4) el menor.



**Figura 8.** Peso de fruto en Golden Delicious.

En la figura 9 se observan las medias para las variables de deformación y presencia de roña en fruto (russeting) en

cultivares Golden Delicious, apreciándose que el T3 obtuvo los menores porcentajes.



**Figura 9.** Deformación y Enroñamiento de fruto en Golden Delicious.

En la figura 10 se observan las medias para las variables de rendimiento y amarre de fruto en cultivares Golden

Delicious, apreciándose que en el T3 hubo efecto significativo en ambas variables.

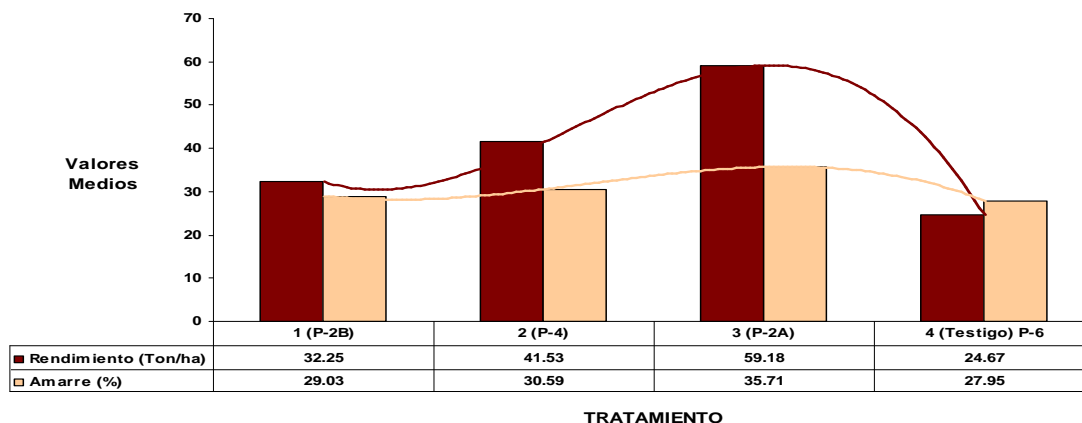


Figura 10. Rendimiento y Amarre de fruto en Golden Delicious.

## Análisis Financiero

### 1. Cultivares Gala

Los costos obtenidos por una sola aplicación de polen asperjado en los cultivares Gala se mencionan a continuación: En los tratamientos 1, 3, y 5 asperjados al 50% de la superficie de una hectárea, el costo por el uso del tractor de 67 HP y de una aspersora con capacidad de 2000 lt, fueron de \$62.39 por hora, que fue el tiempo de duración para dicha labor, mientras que para los tratamientos 2, 4 y 6, asperjados al 100% de la superficie de una hectárea, éstos fueron de \$124.78 ya que fue el doble del tiempo de duración (dos horas).

El combustible utilizado para los tratamientos 1, 3, y 5 fue de 5 lt de diesel por hora/hectárea, a razón de \$7.70 lt, lo que corresponde a \$38.50. y para los tratamientos 2, 4 y 6 fue de \$77.00.

En la mano de obra se utilizaron cuatro jornales a razón de \$120.00 por día de 8

horas, si el tiempo de aplicación fue de una hora para los tratamientos al 50% de cubrimiento de la superficie/ha, el costo por este servicio fue de \$60.00 y para los tratamientos al 100% de cubrimiento de la superficie/ha fue de \$120.00.

La utilización de polen a un precio de mercado de 800 Dólares/kg, donde las dosis aplicadas de 25, 50 y 75 gr/250 lt de agua tanto para los tratamientos al 50% como al 100% de la superficie/ha y mencionando que para cubrir el 50% de la superficie/ha fue necesario aplicar dos máquinas y para cubrir el 100% se necesitaron cuatro máquinas, representó un costo de \$554.85, \$1,109.70 y \$1,664.55 respectivamente para los tratamientos cubiertos al 50% y de \$1,109.70 de \$2,219.40 y de \$3,329.10 respectivamente para los tratamientos al 100% de cubrimiento de la superficie /ha. Finalmente el costo total por aplicación de cada tratamiento se observa en el Cuadro 9.



**Cuadro 9.** Costos en cultivares Gala con un cubrimiento del 50 y 100% por hectárea

Tratamientos	Rendimiento (Ton/ha.)	Dosis (gr./250 Lt. de agua)	Fecha Aplicación		Costos
			21-Mar-09		
			Cantidad Aplicada al 50 %/ ha. *		
T1 (1-A)	25.41	25 gr.	50 gr.		\$ 715.74
T3 (2-A)	27.46	50 gr.	100 gr.		\$ 1,270.59
T5 (3-A)	31.78	75 gr.	150 gr.		\$ 1,825.44
			Cantidad Aplicada al 100 %/ ha. **		
T2 (1-B)	26.47	25 gr.	100 gr.		\$ 1,431.48
T4 (2-B)	32.72	50 gr.	200 gr.		\$ 2,541.18
T6 (3-B)	31.87	75 gr.	300 gr.		\$ 3,650.88
T7 (Testigo)	25.10	-	-		-

\* El 50 % indica que se asperjo en calles alternas. \*\* El 100 % indica que fue asperjado en todas sus calles.

## 2. Cultivares Golden Delicious

En los cultivares Golden Delicious el costo por el uso de la maquinaria fue de \$62.39 para cada aplicación. El combustible utilizado por aplicación fue de 5 lt/hora/ha, lo que corresponde a \$38.50/hora/ha. La mano de obra tomando en cuenta los mismos 4 jornales que en los cultivares Gala fue de \$60.00/hora por cada aplicación. El

polen asperjado en el primer tratamiento a dosis de 50 gr/250 lt de agua por aplicación y con un cubrimiento del 50% de la superficie/ha fue de \$1,109.70, el segundo tratamiento con dos aplicaciones con la misma dosis fue de \$2,219.40 y el tercer tratamiento con tres aplicaciones a igual dosis fue de \$3,329.10. El costo total de los tratamientos de los cultivares Golden Delicious se mencionan en el Cuadro 10.

**Cuadro 10.** Costos en cultivares Golden Delicious con un cubrimiento del 50% por hectárea

Tratamientos	Rendimiento (Ton/ha.)	Dosis (gr. /250 Lt. de agua)			Cantidad Aplicada al 50 %/ ha. *	Costos
		Fecha Aplicación				
		22-Abr-09	23-Abr-09	24-Abr-09		
T1 (P-2B)	32.25	50 gr.			100 gr.	\$ 1,270.59
T2 (P-4)	41.53	50 gr.	50 gr.		200 gr.	\$ 2,541.18
T3 (P-2A)	59.18	50 gr.	50 gr.	50 gr.	300 gr.	\$ 3,811.77
T4 (Testigo) (P-6)	24.67	-	-	-	-	-

\* El 50 % indica que se asperjo en calles alternas.

## CONCLUSIONES

La polinización artificial por aspersión influye positivamente sobre las variables: Diámetro polar y ecuatorial, número de semillas y carpelos con semilla por fruto, deformación, enroñamiento, amarre, peso y

rendimiento de fruto en los cultivares Gala y Golden Delicious.

Los mayores porcentajes de amarre se observaron en las ramas orientadas hacia el oeste de los cultivares Gala y Golden Delicious.

El testigo presentó diferencias significativas en todos los tratamientos de los cultivares Gala y Golden Delicious.

En los cultivares Gala, analizando los parámetros de número de semillas y carpelos con semillas por fruto, amarre de fruto y rendimiento por hectárea, concluimos que el mejor tratamiento fue T-4 (una aplicación de 200 gr. ha<sup>-1</sup> al 100 % de cubrimiento), debido a que se logró un mayor volumen de producción y cuyo costo fue de \$2,541.18 por hectárea.

En los cultivares Golden Delicious, los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento T-3 (tres aplicaciones en días consecutivos de 100 gr. ha<sup>-1</sup> cada una al 50 % de cubrimiento) en todas las variables y el costo fue de \$3,811.77 por hectárea.

## BIBLIOGRAFÍA

- Almekinders, C.G. 1995.** On flowering and Botanical seed production in potatoes (*Solanum tuberosum* L). Doctoral thesis, Wageningen Agricultural University. The Netherlands, 133 p.
- Ambrose, J.T. 1990.** Apple pollination, In N.C. Apple Production Manual. North Carolina Agriculture Extension Service. AG-415.
- Ayerza, R. y W. Coates. 2004.** Supplemental pollination - increasing olive (*Olea europaea* L.) yields under hot arid environments. *Experimental Agriculture*, 40: 1-11.
- Bamberg, J.B. 1995.** Screening potato (*Solanum*) species for male fertility under stress. *American Potatoe Journal* 72 (1): 23-33.
- Crane, E. y P. Walker. 1984.** Pollination directory for world crops. International Bee Research Association. London.
- Domínguez E. 2000.** Mejora Genética de la fertilidad del polen de tomate (*Lycopersicon Mill*, spp.) a bajas temperaturas: Aprovechamiento de la selección gametofítica. Tesis de grado. Universidad de Málaga, España. 180 p.
- Fernández-Muñoz, R., J.J. González-Fernández, J. Cuartero. 1995.** Genetics of the viability of pollen grain produced at low temperature in *Lycopersicon Mill*. *Euphytica*. 84: 139-144.
- Guerrero, P.V., A. Romo, J.A. Orozco, D.I. Berlanga, A. Gardea y R.A. Parra. 2006.** Polinización en manzanos Red Delicious y Golden Delicious. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 29 (1): 41-45. Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. Chapingo, México.
- Guevara, H. 1992.** Comparative study of natural and artificial pollination of apple cv. Anna in a high region of Costa Rica. ISHS. International Symposium on Fruit Growing in Tropical Highlands. Tunja, Colombia. *Acta Horticulturae* 310.
- Hopping, M.E. y N.J.A. Hacking. 1983.** A comparison of pollen application methods for artificial pollination of kiwifruit. ISHS. Fruit Set and Development, XXI, IHC. Hamburg, Germany. *Acta Horticulturae* 139.
- Kellerhals, M. y V. Wirthner-Christinet.. 1996.** Flower competition and artificial pollination in apple. ISHS. II Workshop on Pollination. Leuven, Belgium. *Acta Horticulturae* 423.

- Kepcka, A.K. 1966.** The use of auxin sprays or artificial pollination in order to improve fruit-setting of tomatoes grown under glass. ISHA. Symposium on Vegetable Growing under Glass. The Hague, The Netherlands. Acta Horticulturae 4.
- Kuelemans, J. 1994.** Pollination and fruit set self-incompatible plum cultivars. ISHS. V International Symposium on Plum and Prune Genetic, Breeding and Pomology. Stuttgart-Hohenheim, Germany. Acta Horticulturae 359.
- Kuru, C. 1995.** Artificial pollination of pistachio trees under insufficient pollination conditions. ISHS. I International Symposium on Pistachio. Adana, Turkey. Acta Horticulturae 419.
- Mata, I. y M. Calvo. 2005.** La polinización con abejas y el raleo manual en manzano. Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Mata, I. y A. Villagrán. 2008.** La polinización con abejas en variedades de manzano. Revista Apitec (Mar-Abr) 67: 7-9.
- Mayer, D.F. 1977.** Honey bees for pollination. Good Fruit Grower. 28:10-11.
- Mayer, D.F., C.A. Johansen y J.D. Lunden. 1985.** Bee pollination of tree fruits. Proc Washinton State University. Pollination and Fruit Set Shortcourse: 57-70.
- Mayer, D.F. y J.D. Lunden. 1986.** Toxicity of fungicides and an acaricide to honey bees and their effects on bee foraging behavior and pollen viability on blooming apples and pears. Environmental Entomology Journal, 15 (5):1047-1049.
- Mayer, D.F., C.A. Johansen y D.M. Burgett. 1986.** Bee pollination of tree fruits. Pacific Northwest Extension Public, PNW 0282.
- Mayer, D.F. y J.D. Lunden. 1988.** Foraging behavior of Honey bees on Manchurian and Red Delicious apples. Journal Entomology. Soc. Brit. Col. 85: 67-71.
- Mayer, D.F. 1988.** Number of honey bee colonies required for effective Red Delicious pollination. Good Fruit Grower 39 (4): 23.
- Mayer, D.F., C.A. Johansen y J.D. Lunden. 1989.** Honey bee (*Apis mellifera* L.) foraging behavior on ornamental crabapple pollenizers and commercial apple cultivars. Journal of Horticultural Science. 24 (3): 510-512.
- Mayer, D.F. 1991.** Bee visits to apple flowers and fruit quality. Tree Fruit Postharvest Journal 2: 16.
- Mayer, D.F. 1992.** Effective fruit set depends on good pollination plan. Good Fruit Grower. 43 (8): 28-29.
- Mayer, D.F. 1994.** Sequential introduction of honey bee colonies for pear pollination. Medford, Orgegon, USA. Acta Horticulturae 367: 267-269.
- McGregor, S.E. 1976.** Insect pollination of cultivated crops plants. USDA, Agriculture Handbook 496: 1-411. US Government Printing Office, Washinton, D.C.
- Melo, M.R., C.V. Pommer y R. Kavati. 2004.** Natural and artificial pollination of atemoya in Brazil. ISHS. XXVI International Horticultural Congress: Citrus and Other Subtropical and Tropical Fruit Crops: Issues, Advances and Opportunities. Toronto, Canada. Acta Horticulturae 632.

- Porras, D., W. Briceño y A. Molina. 2006.** Efecto de la polinización artificial en el cuajado de frutos de la guanábana (*Annona muricata* L.) en la zona norte del estado Táchira, Venezuela. *Revista Científica Unet*, 18 (1): 1316-1323.
- Reyes, J.L. y P. Cano. 1992.** La polinización del melón y otras cucurbitáceas por la abeja melífera. INCA RURAL. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. p. 51.
- Tanner, G.J., M. Piccirilli, A.E. Moore, P.J. Lardin, S. Arcioni. 1990.** Initiation of non-physiological division in cultured microspores of *Medicago* sp. *Protoplasm*. 158: 165-167.
- USDA. 1986.** Using honey bees to pollinate crops. 549 p. USA.
- Van Marrewijk, G.A. 1993.** Flowennng biology and hybrid varieties. Hybrid varieties. International Course on Applied Plant Breeding. The Netherlands, IAC. 80 p.
- Visser, T. 1983.** The role of pioneer pollen in compatible and incompatible pollination of apple and pear. ISHS. Fruit Set and Development, XXI IHC. Hamburg, Germany. *Acta Horticulturae* 139.