

ARTÍCULO TÉCNICO

Rodrigo Vásquez¹, Hugo Ballesteros¹,
Yair Ortégón² y Uriel Castro²

ABSTRACT

A commercial strawberry crop (*Fragaria chiloensis*) being directly pollinated by bees (*Apis mellifera*)

This work was aimed at estimating increased in production in a commercial strawberry crop, *Fragaria chiloensis*, production before and after introducing bees, classifying fruit, total and per plant production and cost/benefit ratio were evaluated. The research was carried out with 360 plants divided in three treatments: (T0) control group (free insect entry), (T1) partial exclusion group (limited access for insects) and (T2) total exclusion group (no visits by insects), each consisting of 120 plants. Four hives containing *Apis mellifera* were used, located 10 m from the crop. Complementary feeding was employed to promote predilection of bees for strawberry flowers. Directed pollination with *Apis mellifera* led to increased production, rising from 74.5 ± 20.2 kg during the period with no bees to 151.3 ± 25.5 kg once the colonies had adapted themselves to the crop. This, in turn, led to an increase in the number of fruit per plant (61.1%) which also represented increased economic benefit. The production curve improved three weeks after introducing the hives, this being reflected in increased production, quality and fruit size (fruit classed as extra and increased production of first class strawberries).

Key words: directed pollination, strawberries, bees, *Apis mellifera*, organic agriculture.

Polinización dirigida con *Apis mellifera* en un cultivo comercial de fresa (*Fragaria chiloensis*)

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estimar el incremento en la producción en un cultivo comercial de fresa (*Fragaria chiloensis*); a tal fin se evaluó: la producción antes y después de la introducción de abejas, clasificación del fruto, producción total y por planta, y relación costo/beneficio. Se trabajó con 360 plantas divididas en tres tratamientos: (T0) o grupo testigo (libre entrada de insectos), (T1) o grupo de exclusión parcial (insectos con acceso limitado) y (T2) o grupo de exclusión total (sin visita de insectos) cada uno con 120 plantas. Se utilizaron cuatro colmenas de *Apis mellifera* ubicadas a una distancia de 10 m del cultivo; se usó alimentación complementaria a fin de promover la predilección de las abejas hacia las flores de fresa. La polinización dirigida con abejas *Apis mellifera* produjo incrementos en la producción que pasaron de $74,5 \pm 20,2$ kg durante el período sin abejas a $151,3 \pm 25,5$ kg una vez adaptadas las colonias; ello se origina en el aumento del número de frutas por planta (61,1%) que representa además un incremento económico. La curva de producción del cultivo mejoró su comportamiento pasadas tres semanas luego de la introducción de las colmenas, lo cual se reflejó en aumento de la producción, la calidad y el tamaño de los frutos (frutos clase extra y aumento de la producción de fresas de primera).

Palabras clave: polinización dirigida, fresas, abejas, *Apis mellifera*, agricultura orgánica.

INTRODUCCIÓN

EN COLOMBIA la polinización dirigida puede convertirse en una estrategia importante para mejorar la cantidad y la calidad de los productos agrícolas, satisfaciendo así las necesidades de alimento para la población humana. En nuestro medio, la explotación apícola se considera sólo como productora de miel y polen, desconociendo su potencial como agente polinizador que apoya el desarrollo agrícola y comercial de una región. Además, la producción agrícola colombiana afronta el reto de ser más competitiva y sostenible para insertarse eficazmente en los mercados nacionales e internacionales sin deterioro de los recursos naturales.

La presencia de las abejas en un cultivo hace que el polen se distribuya más fácilmente, sin causar ningún tipo de daño físico a la planta, hecho que redundará en mejores cosechas (Alderz, 1966; Amaral *et al.*, 1983; Connor, 1969; Free, 1986) productivo no requiere mayor inversión en instalaciones ni en mano de obra (Wiese, 1985). En investigaciones realizadas en la Sabana de Bogotá en cultivos de mora y fresa, se demostró un incremento de la producción entre 30 y 40% respectivamente, al utilizar colonias de abejas *Apis mellifera* dentro del cultivo

(Vásquez y Tello, 1995b). Por otra parte, la diversidad de productos generados por la explotación apícola, la contribución de las abejas a la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola por su efecto polinizador y la alta demanda de la industria de alimentos hacen de la apicultura una de las alternativas de producción animal de mayor interés para el fortalecimiento y diversificación del sector agropecuario colombiano (Vásquez y Tello, 1995a; Nogueira y Almeida, 1996).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron 360 plantas en un cultivo de fresa ubicado en la vereda San Jorge, municipio de Soacha (departamento de Cundinamarca) con altitud entre 2.800 a 3.300 m.s.n.m. Se trabajó con tres tratamientos, así: T0 (testigo con 120 plantas y libre entrada de abejas al cultivo); T1 (exclusión parcial del acceso de abejas con 120 plantas parcialmente cubiertas con angeo de color azul de calibre 14 x 14, el cual limitaba la entrada de las abejas y de otros agentes polinizadores; y T2 (exclusión total de vistas de abeja con 120 plantas cubiertas con angeo de color blanco de calibre 8 x 8 que impedía la entrada de las abejas y otros insectos polinizadores a la planta) (Figura 1).

Recibido: diciembre 22 de 2005.
Aceptado: junio 24 de 2006.

1. Investigadores profesionales asociados, grupo de Recursos Genéticos y Biotecnología Animal, Centro de Investigación Tibaitatá, Mosquera (Cundinamarca), CORPOICA. e-mails: rvasquez@corpoica.org.co, hugohb@etb.net.co
2. Zootecnistas, Universidad de Cundinamarca

Fueron utilizadas cuatro colmenas estándar de la raza híbrido africanizado a una distancia de 10 más del cultivo; la alimentación fue estimulante a base de dulce de fresa para despertar el efecto de fidelidad a la flor (Tabla 1). Los datos de producción de fresa se tomaron semanalmente coincidiendo con el día de recolección, detallando la calidad y la cantidad de la producción. El periodo experimental fue de 22 semanas y los datos fueron analizados con el programa SAS®.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La introducción de colonias de abejas *Apis mellifera*, con presencia del híbrido africanizado, y su utilización como agente polinizador produjo incrementos significativos en la producción del cultivo (cantidad de frutos recolectados) y en la calidad de los frutos (Pérez et al, 1987).

En cuanto a la producción total del cultivo se encontró un incremento significativo del 99,8% (P<0,0001) pasando de un promedio de 147,1 libras por semana

sin la utilización de abejas a 294,1 libras por semana con la introducción de abejas en el cultivo (Figura 2). Este incremento se encuentra por encima del rango reportado por Vásquez y Tello (1995) que reportan entre 40 y el 50% de incremento en cultivos similares, y por debajo de lo citado por Botero (1995) quien realizó un estudio en un cultivo de Mora de Castilla encontrando diferencias estadísticas significativas en la producción, al comparar el peso promedio de 20 frutos con exclusión de visita de polinizadores los cuales pesaron en promedio 7,74 g con respecto a los frutos bajo la acción polinizadora que pesaron 21,99 g.

Durante el período productivo sin abejas (semanas 1 a 13) se obtuvo el promedio de producción más bajo (148,1 ± 40,4 lb de frutos), en comparación con los períodos de adaptación y estabilización de las colmenas; además, se estimó un coeficiente de variación de 27,26%, con alta dispersión de los datos e indicativo de producciones variables –unas veces altas y otras veces bajas– durante las primeras semanas de estudio, atribuibles a una deficiencia en la polinización relacionada con falta de agentes (Figura 2).

Durante el período de adaptación de las abejas (semanas 14 a la 17), la producción tuvo un aumento de 0,29% causado básicamente por el acondicionamiento y estabilización de las colonias a su nuevo hábitat. Por esta razón, es importante que en este período las condiciones de manejo de las colonias sean las mejores a fin de obtener mayores rendimientos con el proceso de polinización dirigida (Figura 2).

Una vez estabilizadas las colonias (semana 18 en adelante), la producción aumentó en 104,34% con respecto a la fase sin abejas. Este incremento está por encima del rango reportado por Vásquez y Tello (1995) de 40% a 50% en cultivos similares. Además, se observó una tendencia de la producción a nivelarse en las semanas 23 y 24, indicando la llegada del cultivo a su pico productivo gracias al efecto polinizador de las abejas. Por otra parte, el coeficiente de variación obtenido disminuyó significativamente, lo que indica una mayor homogeneidad de la cantidad de frutos producidos por semana (Figura 2).

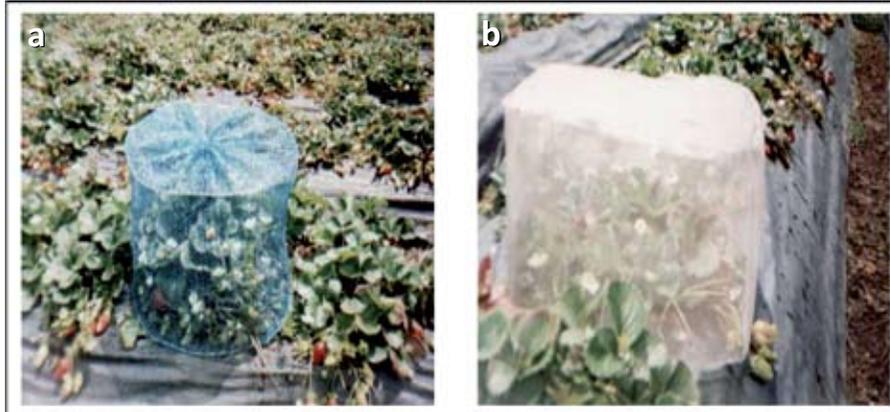


Figura 1. Apariencia de los tratamientos evaluados en el cultivo de fresa: a) Tratamiento con exclusión parcial de visitas de agentes polinizadores (T1); b) Tratamiento con exclusión total de vistas de abejas (T2).

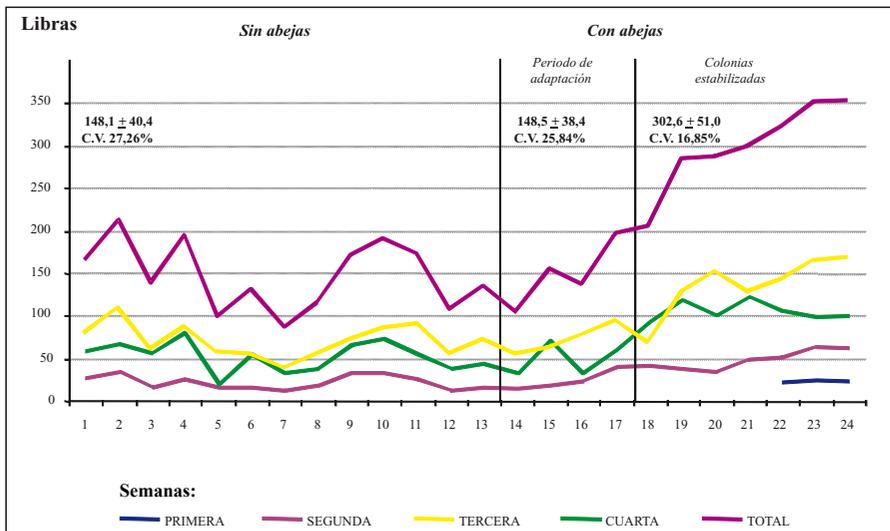


Figura 2. Comparación de la producción (lb/semana) del cultivo antes y después de la introducción de las abejas.

Tabla 1. Incremento de la producción en plantas de fresa polinizadas comparadas con plantas sin polinizar.

Tratamiento	Producción de fresa (g/planta)	C.V. (%)	Incremento (%)
T0 (sin exclusión)	70,04 ± 15,5	22,13	100,9
T1 (exclusión parcial)	35,13 ± 13,83	39,36	0,80
T2 (exclusión total)	34,85 ± 13,68	39,25	0
Promedio general	46,67 ± 13,73	29,42	

Los resultados obtenidos en la investigación para la variable 'gramos de fruto por planta' en el tratamiento T0 (frutos con libre acceso de los polinizadores) presentó una producción promedio de 70,04 g, la cual fue estadísticamente diferente con respecto a lo obtenido en los tratamientos T1 y T2, con 35,13 y 34,85 g respectivamente ($P < 0,0001$); ello indica un incremento de la producción del 100,9% (Tabla 1). Estudios referenciados por Salamanca *et al.* (1996) registran incrementos de producción comprendidos entre el 20 y el 100% en varios cultivos comerciales polinizados intencionalmente.

En cuanto a la variable 'número de frutos por planta', la mayor producción se obtuvo en plantas del tratamiento T0 con 6,75 frutos, mientras que para los tratamientos T1 y T2 se logró una producción de 4,19 frutos en promedio; ello indica un incremento del 61,09% (Tabla 2) y pérdidas en la producción por planta del 50% derivadas de la deficiencia en la polinización. De modo similar, Ávila (1987) reporta una mayor producción de frutas cuando se utiliza la polinización mediante colonias de abejas, con un incremento considerable del peso de frutas por planta y del número de semillas por planta; lo mismo es reportado por Couto y Malerbo (1969).

Así mismo, con el incremento en la producción disminuyó el problema de malformación de los frutos, gracias a la polinización eficaz realizada por las abejas. Se encontró una mayor cantidad de frutas en los grados 'primera' y 'segunda' de la clasificación según calidad, y se redujo el porcentaje de frutos de tercera (CONTEC, 1997). Esto fue similar a lo reportado por Branzanti (1989), quien explicó que en un cultivo de fresa con una polinización incompleta ocurrió un alto porcentaje de flores abortadas y frutos deformes. La clasificación de fresas de 'primera' presentó un promedio general de 0,63 frutos y se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,0001$) más no entre plantas ($P > 0,05$).

El tratamiento T0 presentó un promedio de 1,2 fresas por planta, mientras que el tratamiento T1 no mostró frutos. En la clasificación de fresas de 'segunda' se encontró en términos generales un porcentaje de producción promedio de 0,72 y no se encontraron diferencias

Tabla 2. Número de frutos por planta.

Tratamiento	Producción de fresa (frutos/planta)	C.V. (%)	Incremento (%)
T0 (sin exclusión)	6,75 ± 1,64	24,29	61,09
T1 (exclusión parcial)	4,19 ± 1,481	35,34	0
T2 (exclusión total)	4,19 ± 1,482	35,36	0
Promedio	5,048 ± 1,46	28,93	

Tabla 3. Comparación de la producción de la calidad de la fresa durante las diferentes fases de estudio.

Fase	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Total
Sin abejas	—	22,0 ± 7,8 35,50%	73,5 ± 19,1 25,92%	52,5 ± 17,2 32,66%	148,1 ± 40,4 27,26%
Con abejas (período de adaptación)	—	24,0 ± 11,4 47,63%	75,5 ± 16,5 21,80%	49,0 ± 20,0 40,92%	148,5 ± 38,4 25,84%
Con abejas (colonias estabilizadas)	10,3 ± 12,9 125,23%	49,0 ± 11,2 22,79%	137,9 ± 33,1 24,03%	105,4 ± 11,0 10,45%	302,6 ± 51,0 16,85%

Tabla 4. Evaluación económica de un cultivo de comercial de fresa (*Fragaria chiloensis*) sin y con polinización dirigida con abejas *Apis mellifera* (\$ de 2005).

Sin polinización		Con polinización	
Costo de producción	3.216.329	Costo de producción	3.416.329
Costos indirectos	3.947.200	Costos indirectos	3.947.200
Total costos	7.163.529	Total Costos	7.363.529
Total ingresos	9.071.000	Total Ingresos	18.681.500
Utilidad neta	1.907.471	Utilidad neta	11.317.971
Relación beneficio/costo	1,27	Relación beneficio/costo	2,54

estadísticas significativas entre tratamientos ($P > 0,05$), siendo el porcentaje de producción promedio de frutas por planta en el tratamiento T0 de 0,80 y para el tratamiento T1 de 0,64. En la clasificación de 'tercera' y 'cuarta' no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p > 0,05$); para la clasificación de tercera se encontró un promedio general de 1,56 frutos, mientras que en la clasificación de cuarta se encontró un promedio de 1,38 frutos (Tabla 3).

Para el análisis económico se realizó una proyección a un año y se tuvieron en cuenta los costos de producción del cultivo, el alquiler de las colmenas, los ingresos obtenidos por la producción de fresa y por los productos de las colmenas (miel y polen) calculando la relación beneficio/costo. Los resultados obtenidos indican que al no utilizar procesos de polinización dirigida (sin polinización) los costos ascienden a \$7.163.529 y los ingresos totales están alrededor de los \$9.071.000, lo cual da una relación beneficio/costo de 1,27; por su parte, al utilizar polinización dirigida (con poli-

nización) el total de costos es mayor (\$7.363.529) pero, así mismo, los ingresos aumentan llegando a \$18.681.500, lo cual da una relación de 2,54 (Tabla 4).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alderz, W.C. 1966. Honey bee visit numbers and watermelon pollination. *Jour. Econ. Ent.* 59: 28-30.
- Amaral, E., J. Mitidieri, Y R. Vencousky. 1983. Studies on the activities of *Apis Mellifera* L. While Visiting the Flowers of *Cucumis sativus* L. *Olericultura*; Brasil; 3: 181 - 193. In Portuguese.
- Ávila, C. 1987. Experimento en Cucurbita pepo. *Revista Apicultura e Polinização* No. 27. En portugués.
- Botero, N. 1995. Efecto de la abeja melífera sobre la producción de Mora de Castilla. En: *Trabajos de investigación sobre abeja africanizada*, Bogotá, 190 p.
- Branzanti, L. 1989. La fresa. Ediciones mundiprensa. Sicilia, Italia. 300 p.
- Connor, L.J. 1969. Honey bee pollination requirements of hybrid cucumbers (*Cucumis sativus* L.). M.A. Thesis, Mich. State Univ. 150 p.

- Couto, R.H. Y D.T. Malerbo. 1989. Experiencias em *Citrus sinnensis*. Revista Apicultura e Polinização, No. 32.
- Free, J.B. 1986. Uso de las abejas para la polinización. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Manizales, 170 p.
- ICONTEC. 1997, Frutas frescas. Norma Técnica Colombiana 4103. Bogotá.
- Nogueira, R.H. y L. Almeida. 1996. Apicultura: manejo e produtos. Editora Afiliada (ABDR), Sao Pablo, Brasil, 154 p.
- Perez, F., J.L. Molins, A. Gomes y G. Bracho. 1987. Ensayo de polinización de cultivos de invernadero: fresa y fresón. Ed. Vida Apícola. Cádiz, España. pp. 42-47.
- Salamanca, G.G., A. Ortiz, K. Fernández y M. Arciniegas. 1996. Potencial apícola en la productividad y conservación de cultivos y plantas promisorias en el Tolima colombiano. Galería Apícola Virtual (www.apiservices.com). Facultad de Ciencias, Departamento de Química. Universidad del Tolima.
- Vásquez, R. y J.E. Tello. 1995a. Alimentación, estudio, cosecha, beneficio y control de calidad de los productos avícolas. Revista ICA.
- Vásquez, R. y J.E. Tello. 1995b. Producción apícola. CORPOICA-ICA. Bogotá. 127 p.
- Wiese, H.. 1985. Nova apicultura. 6a ed. Ed. Agropecuaria. Porto Alegre, Brasil. 493 p.