

# Influencia de *Apis mellifera* L. en la producción de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.)

Natalia Botero Garcés<sup>1</sup>  
Gilberto Morales Soto<sup>2</sup>

## Resumen

Se estudió la influencia de la abeja melífera, *Apis mellifera* L., en la producción de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.). El trabajo se realizó en un cultivo comercial de mora de Castilla en el municipio de Retiro (Ant.), perteneciente al bosque húmedo montano bajo (bh-MB). Se utilizó un diseño de cuatro bloques al azar con nueve replicaciones y tres tratamientos así: plantas con racimos enjaulados para excluir las visitas de cualquier insecto, plantas con racimos expuestos a la acción de cualquier polinizador y plantas dentro de jaulas herméticas con núcleos de abejas y sin posibilidad de visitas por otros insectos. Los frutos se cosecharon, contaron y pesaron. El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre los tratamientos ( $F=12.13$ ,  $\alpha = 0.01$ ). Plantas de mora sometidas a la polinización directa y exclusiva de la abeja melífera produjeron más que plantas aisladas de cualquier visitante. Plantas con visitas de cualquier insecto, incluida la abeja melífera, dieron las máximas producciones. Se concluye que la mora de Castilla debe ser polinizada en forma adecuada para lograr una alta producción y una mejor calidad de los frutos. La abeja melífera, con buenas condiciones de manejo, puede ser de gran utilidad con este propósito.

**Palabras claves:** Abeja melífera, *Apis mellifera*, Mora, *Rubus glaucus*, Polinización, Insectos útiles.

## Summary

The pollinating influence of the honey bee, *Apis mellifera* L., on the yield of the blackberry (*Rubus glaucus* Benth.) plants was studied.

<sup>1</sup> Estudiante de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Apartado Aéreo 55823, Medellín, Colombia.

<sup>2</sup> Ing. Agrónomo, M.Sc. Profesor Asociado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Apartado Aéreo 3840, Medellín, Colombia.

The experiment was carried out in an Andean blackberry crop in Retiro (Antioquia), (bh-MB). A randomized design of four blocks, 9 replications and three treatments was used. The treatments were: plants with enclosed florets to exclude pollinators, plants with florets exposed to any pollinating insect, and plants enclosed in insectproof cages with a honey bee nucleus inside to ensure pollination by them. Fruits of each floret were collected, counted, and weighed. An ANOVA showed significant differences between the three treatments ( $F= 12.13$ ,  $\alpha = 0.01$ ). Blackberry plants under the influence of *A. mellifera* yielded significantly more than plants devoid of insect visitors. Plants exposed to the pollinating effect of any insect, including the honey bee, yielded the most. The conclusion is that the Andean blackberry must be pollinated in an adequate way to obtain a maximum yield and better quality fruits. The honey bee could be of the utmost usefulness under correct management to achieve this purpose.

## Introducción

No todos los cultivos necesitan de los insectos polinizadores; sin embargo, la polinización en muchos de ellos es de máxima importancia, ya que gracias a ella que se obtienen los frutos y las semillas. McGregor (1976) completó una lista de aquellos cultivos que dependen o se benefician de la polinización por abejas. Entre estos cultivos, las rosáceas (manzano, almendro, cerezo, peral, frambueso, fresal y mora) son un importante grupo que se beneficia de esta acción. Debido a que el cultivo de mora de Castilla no es intensivo en el mundo, no se tienen datos precisos del efecto de la polinización por insectos sobre su producción.

Las cifras reportadas por Levin (1983) sobre polinización de cultivos entomófilos son sorprendentes. Afirma el autor que el

valor económico de la polinización de los cultivos por la abeja melífera, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), en los Estados Unidos, es 143 veces mayor que el valor de los productos apícolas. Por esto, el Congreso de ese país ha financiado y alentado programas sobre abejas y producción de miel; ha provisto asistencia federal a los apicultores para que no se vean perjudicados por plaguicidas, políticas de manejo y comercialización, y demás factores que puedan afectar el trabajo de las abejas en el campo. Además, tanto allí como en Europa, la apicultura orientada hacia la polinización de los cultivos es una actividad lucrativa que también se realiza mediante contrato.

En Colombia no se tienen datos sobre el uso de la abeja melífera en programas de polinización de cultivos y sólo se conocen unos pocos estudios sobre el efecto de otros apoideos, como *Xylocopa* spp. en la polinización de maracuyá en el Valle (Caicedo et al. 1993). El uso potencial de la abeja melífera para mejorar la productividad de muchos cultivos es enorme, pero se requiere más investigación básica para poder recomendar su uso en futuros programas de este tipo.

## Revisión de Literatura

En el cultivo de muchos frutales es de primera importancia el proceso de la fecundación, ya que esto resultará en la formación del fruto y la semilla. Algunas plantas son autógamas, esto es, se pueden polinizar y fertilizar ellas mismas. Otras son alógamas, por lo que necesitan de la polinización cruzada. Estas especies son también llamadas autoestériles o parcialmente autoestériles. Las plantas alógamas pueden ser, en cierto grado, autofértiles, pero se benefician de la polinización cruzada obteniendo variabilidad genética y una mejor adaptación para sobrevivir y competir por un nicho ecológico (Martin 1970).

Free (1960) y Smith (1972) anotan que variedades que sólo son parcialmente autofértiles producen más y mejores frutos al darse la polinización cruzada. Este es el caso de las rosáceas, donde se incluye la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.). En los Estados Unidos, como ya

se anotó, se considera que el valor de la polinización por abejas es 143 veces mayor que el valor de la miel y cera que ellas producen. Las cifras hablan de US\$19 mil millones contra US\$140 millones que se obtienen de la miel y la cera. Dice Mel'nicenko, citado por Baga (1976), que el costo de la polinización por abejas se recupera todos los años hasta 20 veces, por medio del valor adicional de la cosecha. En Canadá, las abejas polinizan cultivos valorados en más de US\$1 mil millones, entre los cuales se cuentan la alfalfa y pequeños frutos como las fresas, frambuesas y moras (Canada. Ministry of Agriculture and Food 1990).

Debido a que la polinización cruzada aporta muchísimos beneficios, las plantas, en algunos casos, han desarrollado estructuras o métodos para eliminar o evitar autopolinizarse. Para la polinización cruzada, las plantas necesitan atraer los insectos polinizadores. Esto lo hacen con sus flores de diferentes formas, colores y olores que atraen a determinado tipo de insecto (Heinrich y Raven 1972). Las plantas y los polinizadores hacen parte de un sistema dinámico de coevolución.

*A. mellifera*, como polinizador, se considera como el insecto más indicado para ayudar a la polinización cruzada, debido a sus características etológicas, morfológicas y a la facilidad con que se puede manejar. Según Westbrook (1975), la especie *A. mellifera* realiza aproximadamente el 80% de la polinización por insectos en los Estados Unidos. En efecto, en un solo día, una abeja puede hacer una o más docenas de viajes, visitando miles de flores, limitándose a una sola especie por vuelo, colectando un solo tipo de néctar o polen (USDA 1968), y el 70% de las abejas melíferas permanece fiel a una flor (Free 1970). Además, la abeja ha desarrollado, a través de la evolución, pelos modificados sobre el cuerpo, para que los granos de polen se adhieran a éstos, con lo que los distribuye aquí y allí sobre las flores visitadas, provocando su polinización (Free 1970; Martin 1970; USDA 1968).

Las abejas poseen un comportamiento altamente especializado de comunicación, lo cual las hace muy eficientes para ex-

plotar los recursos que encuentran. Las abejas se alimentan de miel, derivada del néctar de las flores, y de polen, por lo que han evolucionado en el sentido de aprovechar al máximo estos recursos. Las colonias de abejas melíferas están constituidas por miles de individuos que requieren de estos alimentos, obligando a esta abeja a ser más trabajadora (Loken 1981). Por todo esto, el agricultor puede introducir colonias de abejas dentro de un campo para polinizarlo, y retirarlas cuando la floración haya terminado (Free 1960). Este investigador cita a varios autores que comprobaron el aumento significativo de producción en cultivos polinizados por *A. mellifera*.

Entre las ventajas de la polinización por abejas, están: aumento de la producción, floración y cosecha más temprana y uniforme, mejor configuración y calidad de los frutos, mayor cantidad de semillas y ganancia de vigor híbrido en variedades autofértiles (Free 1970; Kozin 1976; Sihag SF; Burgett 1988).

La mora de Castilla es una rosácea nativa de los Andes y su distribución va hasta las tierras del sur de México; crece desde los 500 hasta los 3.500 m de altitud. Se cultiva normalmente entre los 1.400 y 2.500 msnm (Avilán et al. 1982; Alvarez y Vásquez 1982); no es cultivada ampliamente en el mundo, pues es un fruto exótico que apenas está penetrando en los mercados europeo y estadounidense. Allí se le conoce como zarzamora, y el fruto es pequeño, netamente silvestre y de reducido valor comercial.

En 1982 había en Colombia 2.500 ha cultivadas, de las cuales 80 estaban en Antioquia (Alvarez y Vásquez 1982); en 1992, la Secretaría de Agricultura de Antioquia (1994) reportó en este departamento un área total de 345 ha sembrada en mora de Castilla, de las cuales están en producción 275, con un rendimiento de 12,2 t/ha/año. En la Sabana de Bogotá se alcanzan producciones de 15-20 t/ha/año (Alvarez y Vásquez 1982) ó 20-25 t/ha/año (Avilán et al. 1982) con un rendimiento promedio por planta de 8 kg. El período de fructificación va de los 54 a 65 días desde la dehiscencia de las anteras hasta la madurez del fruto (Avilán et

al. 1982). La flor posee de 50-100 estambres en un círculo alrededor de un número semejante de pistilos (McGregor 1976). En este tipo de flor, primero se libera el polen de los estambres más externos, el cual normalmente cae afuera de la flor, mientras los estambres más internos son, por su ubicación, los únicos que logran fertilizar los estigmas si no hay un agente transportador de polen (Free 1968). Darrow, citado por McGregor (1976), dice que algunos híbridos de mora son autoestériles (aunque muchas especies son parcialmente autofértiles), por lo cual necesitan de los insectos para la polinización cruzada.

Este cultivo aparece en las listas de McGregor (1976), Westbrook (1975), Standifer y McGregor (1977) como un cultivo que se beneficia de la polinización por abejas, tanto en cantidad de frutos producidos como en la calidad de éstos.

En Colombia es cada vez mayor el interés por cultivar mora de Castilla, debido a la aceptación interna y las posibilidades de exportación de esta fruta, y a que normalmente alcanza muy buenos precios en el mercado. Hasta el momento no se ha realizado ningún tipo de investigación en el país sobre el efecto de la abeja melífera en la producción de este cultivo. En otros países, algunos investigadores han trabajado el tema con otras rosáceas, como fresa y frambuesa, y en todos han encontrado que necesitan de la *A. mellifera* para obtener frutos de mejor calidad y más numerosos, concluyendo que los cultivos necesariamente deben ser polinizados por abejas para lograr una producción económicamente válida (Couston 1966; Door y Martin 1966; Free 1968).

## **Materiales y Métodos**

El experimento se realizó en un cultivo de mora de Castilla de 10 ha, localizado en el municipio de Retiro (Ant.), aproximadamente a 40 km de Medellín, a 2.320 msnm, con una temperatura entre 14 y 24°C y una precipitación promedio anual de 1.800 mm, correspondiente a la zona de vida bosque húmedo montano bajo (bh-MB) (Espinal 1990).

Con la realización de este experimento se pretendió cuantificar la diferencia entre las

producciones de plantas de mora sometidas a tres tratamientos: exclusión (sin visitas de insectos), testigo (a libre exposición) y bajo el efecto de *A. mellifera* únicamente.

Para ello se escogieron, al azar, 4 lotes con 9 plantas cada uno. Cada hilera de tres plantas representó un tratamiento. Para el tratamiento de exclusión se escogieron tres ramas por planta y se contó el número de botones de cada una de ellas; se encerró cada racimo floral (botones sin abrir) en jaulas pequeñas de 70 cm de largo por 25 cm de diámetro hechas en alambre delgado y forradas en tul blanco para que ningún insecto las visitase. Para el tratamiento testigo, en forma similar, se contó el número de botones de cada una de las tres ramas por planta, marcándolas con cintas de colores para su posterior reconocimiento. Para el tercer tratamiento con la abeja melífera exclusivamente, se construyó alrededor de las tres plantas escogidas una jaula grande de madera de 5 x 1 x 1,10 m, forrada en tul blanco; previamente se habían marcado las tres ramas de cada planta con cintas de colores. Para asegurar el efecto único de la abeja melífera, se colocó fuera de cada jaula un núcleo de abejas con una reina joven. Las piqueras de estos núcleos estaban conectadas directamente hacia el interior de las jaulas por una abertura en el tul, de manera que ellas podían volar dentro de la jaula, sin posibilidad de salir al exterior. Así mismo, ningún otro insecto podía penetrar a visitar las flores de las plantas. La ubicación exterior del núcleo se debió a la facilidad de poder alimentar la población de abejas en caso de necesidad.

Aproximadamente seis semanas más tarde se procedió a cosechar los frutos, utilizando como criterio la maduración del fruto más distal, cuando éste tomaba un color morado oscuro. Con cada una de las ramas, en forma separada, se procedió como sigue: se contaron los frutos, se pesaron en una balanza tipo PESSOLA y de cada rama se tomó una muestra de 20 frutos al azar y se pesó.

Se procedió entonces al análisis de los datos, utilizando el programa STADGRAPHICS y los procedimientos estándar

para este tipo de ensayos, delineados por Mendenhall (1983).

## Resultados

El análisis de varianza de los pesos de los racimos con exclusión de polinizadores comparados con aquéllos a libre exposición y con racimos sometidos a la acción exclusiva de *A. mellifera*, mostró que existió diferencia significativa entre los tres tratamientos ( $F=12,13$ ,  $gl=92$ ) con una probabilidad del 99%. El análisis de rangos múltiples por medio de la Prueba de Duncan, comparando pesos de racimos con exclusión, libre visita de polinizadores y visita sólo de *A. mellifera* mostró igualmente que existió diferencia significativa entre los tres tratamientos, con una mayor diferencia entre los tratamientos de exclusión y libre exposición, con una confianza del 95%. El tratamiento con abejas únicamente fue significativamente diferente del tratamiento de exclusión de insectos polinizadores (Tabla 1). En otro análisis de varianza, en el que se compararon los pesos de muestras de 20 frutos por racimo tomados al azar, mostró una diferencia significativa entre los tres tratamientos (exclusión, libre acceso y abejas solamente) ( $F=19,70$ ,  $gl=92$ ) con una probabilidad del 99%. Esta muestra aleatoria de 20 frutos por racimo mostró, mediante una Prueba de Duncan con confianza del 95%, que existió diferencia significativa entre los tres tratamientos (Tabla 2).

## Discusión

El peso de los racimos de mora de Castilla bajo la influencia de los tres tratamientos

mostró diferencias significativas. Racimos enjaulados antes de la apertura floral y cosechados y pesados al terminar la producción, pesaron  $10,25 \pm 3,75$  gr ( $n=30$ ), lo que contrastó grandemente con el peso de aquellos racimos expuestos a la visita de cualquier polinizador  $23,18 \pm 3,64$  gr ( $n=32$ ) y con el peso de los racimos bajo la acción directa y exclusiva de la abeja melífera  $17,74 \pm 3,4$  gr ( $n=36$ ) con un límite de confianza del 95% (Fig 1). Igualmente, existió diferencia significativa entre el peso promedio de los racimos expuestos a la acción de cualquier polinizador y el de los racimos bajo la acción directa de la abeja melífera; en este caso, los racimos a libre exposición produjeron significativamente más que aquéllos con visitas de sólo la abeja melífera.

Como se anotó en la Revisión de Literatura, la mora de Castilla es una rosácea que tiene como peculiaridad el ser parcialmente autoestéril; esto implica que muchos de los botones florales no se convertirán en frutos o serán frutos malformados, a no ser que se encuentre presente un agente polinizador, que para el caso de la mora debe ser un insecto, dado el tipo de polen y la conformación floral de esta planta. Esto explica la baja producción de los racimos cuando éstos son enjaulados y por consiguiente excluidos de la visita de insectos polinizadores.

Los racimos expuestos a la acción polinizadora de cualquier insecto (no enjaulados) presentaron las máximas producciones. Ello se explica por el hecho de que no sólo la abeja melífera sino también un grupo de apoideos, principalmente

**Tabla 1.** Análisis de rangos múltiples para Peso Racimo vs. Tratamientos

Nivel	n	Método: Duncan 95%	
		Media	Grupos Homogéneos
B	30	10,246694	x
A	36	17,738889	x
C	32	23,182467	x
		Contraste	Diferencia
		A-B	7,49220*
		A-C	-5,44358*
		B-C	-12,9358*

\* Denota diferencia significativa

te del género *Trigona*, estaban presentes en la zona de estudio en condiciones naturales al momento de la floración. En consecuencia, la cantidad de frutos bien desarrollados fue mayor en este tipo de tratamiento y por lo tanto el peso fue significativamente mayor en estos racimos.

Para el caso de los racimos que estuvieron bajo la acción directa y exclusiva de la abeja melífera, la producción fue significativamente mayor que la de aquéllos excluidos de visitas de polinizadores, como era de esperarse, pero fue también significativamente menor que la del tratamiento a libre exposición. Este es un resultado que no se esperaba pero que puede tener su explicación en las condiciones bajo las cuales se encontraron los núcleos de abejas bajo las jaulas de polinización controlada.

La abeja melífera altera mucho su comportamiento cuando es sometida a condiciones de estrés, como las que se dan en dichas jaulas. Esto ha sido observado por otros investigadores, trabajando en polinización controlada de cucurbitáceas, flores y otras plantas (Free 1970). En efecto, Butler y Haigh, citados por Free (1970), encontraron que las colonias de abeja melífera confinadas en pequeños espacios, inevitablemente se debilitan. Esto fue corroborado por Nye (1962), quien encontró que la tasa de mortalidad de abejas confinadas era mayor que cuando se dejaban pecorear intermitentemente al exterior. Por otra parte, muchas plantas disminuyen su producción por el solo hecho de estar enjauladas; este es el caso por ejemplo de *Ribes nigrum* y *Carthamus tinctorius*, según lo reportan Hughes y Rubis et al., citados por Free (1970). En haba (*Vicia faba* L.), Free (1970) encontró que el efecto adverso de la jaula sobre la planta tendía a minimizar el efecto benéfico de la polinización de la abeja melífera. En el experimento que aquí se presenta, se observó que las abejas en las jaulas tendían a enjamburar, se amontonaban en los extremos de la jaula, se chocaban contra las paredes y algunas reinas suspendieron la postura. Estas observaciones coinciden con las de Nye (1962).

Cuando se comparó el peso promedio de 20 frutos por racimo tomados al azar, pa-

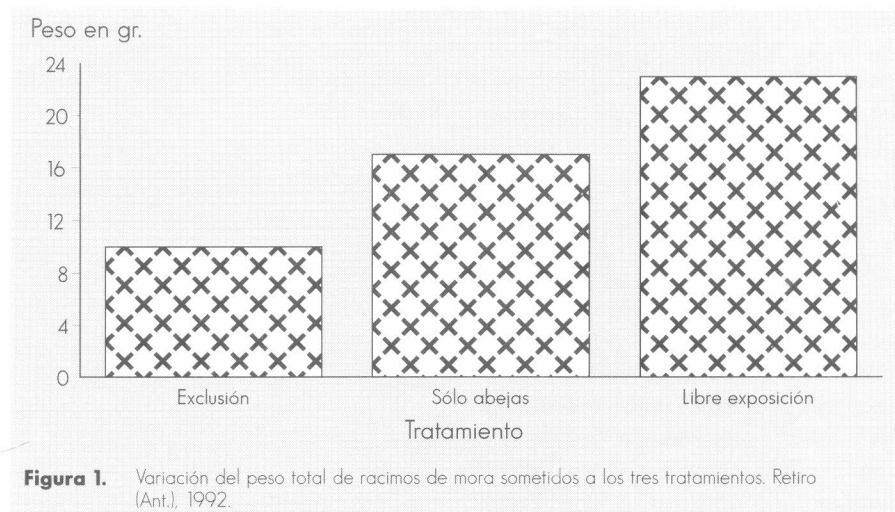


Figura 1. Variación del peso total de racimos de mora sometidos a los tres tratamientos. Retiro (Ant.), 1992.

Tabla 2. Análisis de rangos múltiples para Peso Muestra vs. Tratamientos

Nivel	n	Método: Duncan 95%	
		Media	Grupos Homogéneos
B	30	7,742305	x
A	36	15,291667	x
C	32	21,989152	x

Contraste	Diferencia
A-B	7,54936*
A-C	-6,69749*
B-C	-14,2468*

\* Denota diferencia significativa

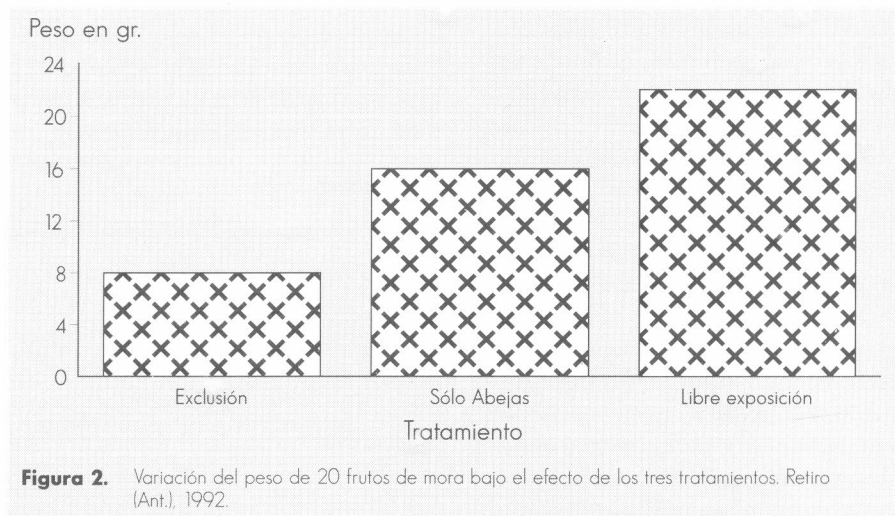


Figura 2. Variación del peso de 20 frutos de mora bajo el efecto de los tres tratamientos. Retiro (Ant.), 1992.

ra todos los tratamientos se encontró la misma tendencia, es decir, frutos de racimos con exclusión de visitas de polinizadores pesaron, en promedio,  $7,74 \pm 3,23$  gr (n=30), lo que fue significativamente menor que el peso de frutos bajo la acción polinizadora de cualquier insecto

$21,99 \pm 3,14$  gr (n=32), y significativamente menor también que el peso de frutos bajo la acción directa de la abeja melífera  $15,30 \pm 2,93$  gr (n=36) para un 95% de confianza (Fig 2). Como en el caso de los pesos promedios totales de los racimos, la explicación para esta tenden-

cia es la misma. En consecuencia, el trabajo con esta muestra aleatoria de 20 frutos por racimo confirmó plenamente los resultados obtenidos.

Free (1970) reporta un ensayo similar con *V. faba*, donde replicó seis veces cada uno de los tratamientos: enjaulados con abejas, sin abejas y sin jaulas, y encontró que aunque las plantas en jaulas con abejas produjeron menor número de semillas por vaina que las plantas a libre exposición, las primeras tenían significativamente más semillas que las plantas sin abejas.

En consecuencia, racimos de mora con visita de cualquier polinizador, incluida la abeja melífera, produjeron más que los racimos con exclusión de polinizadores. Con la abeja melífera, sometida a condiciones de estrés en jaulas, se logra una buena producción pero no la ideal; por lo tanto, la abeja se debe utilizar en condiciones naturales para lograr resultados óptimos.

## Conclusiones

- La mora de Castilla es parcialmente autoestéril, por lo cual requiere de la polinización entomófila para producir más y mejores frutos.
- La abeja melífera por su comportamiento, manejo y fácil reemplazo es un agente ideal para trabajos de polinización con este tipo de cultivos.

## Bibliografía

- ALVAREZ, R.A.; VASQUEZ, R. 1982. El cultivo de la mora de castilla. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 58p. (Tesis Ing. Agrónomo).
- ANTIOQUIA. SECRETARIA DE AGRICULTURA. 1994. Anuario 1993. Medellín.
- AVILAN, L.; LEAL, F.; BAUTISTA, D. 1982. Manual de fruticultura. Editorial América C.A., Caracas. 1475p.
- BAGA, A.M. 1976. Economic effectiveness of bees as pollinators of entomophilous crops in Ukrainian USSR. En: R.B. Kozin (Ed.). Pollination of Entomophilous Agricultural Crops by Bees. American Publishing Co., New Delhi. 150p.
- BURGETT, M. 1988. The supplemental pollination of blueberry by honey bees. Oregon State Beekeepers Association Newsletter (Estados Unidos) v. 12 no. 6, 9p.
- CAICEDO R.,G.; VARGAS G., H.; GAVIRIA M., J. 1993. Evaluación de *Xylocopa* spp., (Hym.: Anthophoridae) como polinizadores en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). Revista Colombiana de Entomología (Colombia) v. 19 no. 3, p. 107-110.
- CANADA. MINISTRY OF AGRICULTURE AND FOOD. 1990. Apiculture Newsletter. Issue 03. p. 8.
- COUSTON, R. 1966. Experiments on the influence of insect pollination on soft fruits. NDB East of Scotland College of Agriculture (Escocia) v. 43 no. 3, p. 39-40.
- DOOR, J.; MARTIN, E.C. 1966. Pollination studies on the highbush blueberry *Vaccinium corymbosum* L. Michigan Quarterly Bulletin (Estados Unidos) v. 48 no. 3, p. 39-40.
- ESPINAL, L.S. 1990. Zonas de vida de Colombia. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional. Medellín.
- FREE, J.B. 1960. The pollination of fruit trees. Bee World (Inglaterra) v. 41no. 141-151, p. 169-186.
- 1968. The pollination of strawberries by honey bees. Journal of Horticultural Science (Inglaterra) v. 43, p. 107-111.
- 1970. Insect pollination of crops. Academic Press, Londres. 544p.
- HEIRICH, B.; RAVEN, P.H. 1972. Energetics and pollination ecology. Science (Estados Unidos) v. 176, p. 597-602.
- KOZIN, R.B. 1976. Effect of pollination on the yield of agricultural crops. En: ----- (Ed.). Pollination of Entomophilous Agricultural Crops by Bees. American Publishing Co, New Dehli. 150p.
- LEVIN, M.D. 1983. Value of bee pollination to U.S. agriculture. Bulletin of the Entomological Society of America (Estados Unidos). 2p.
- LOKEN, A. 1981. Flower-visiting insects and their importance as pollinators. Bee World (Inglaterra) v. 62 no. 4, p. 130-140.
- MARTIN, E.C. 1970. Bee pollination Ecology. Michigan State University, East Lansing, MI.
- MCGREGOR, S.E. 1976. Insect Pollination of cultivated crop plants. En: Agricultural Handbook No. 496. U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. p. 110-115.
- MENDENHALL, W. 1983. Introduction to probability and statistics. Duxbury Press, Boston.
- NYE, W.P. 1962. Management of honey bee colonies for pollination in cages. Bee World (Inglaterra) v. 43 no. 2, p. 37-40.
- SIHAG, R.C. 1986. Insect pollination increases seed production in cruciferous and umbelliferous crops. Journal of Apicultural Research (Inglaterra) v. 25 no. 2, p. 121-126.
- SMITH, M.V. 1972. Pollination for fruit and seed production. Ministry of Agriculture and Food, Ontario. (Factsheet order # 72-047).
- STANDIFER, L.; MCGREGOR, S.E. 1977. Using honey bees to pollinate crops. USDA, ARS, Washington, D.C. Leaflet No. 549. 8p.
- U.S. EPARTMENT OF AGRICULTURE. 1968. Using honey bees to pollinate crops. U.S.D.A., Washington, D.C. Leaflet No. 549.
- WESTBROOK, F.E. 1975. Pollination and the honey bee. USDA Extension Service. s.n. 39p.